

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij naftnog rudarstva

**PREGLED TRŽIŠTA UKAPLJENOG NAFTNOG PLINA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Diplomski rad

Matija Ladašić

N- 122

Zagreb, 2015.

PREGLED TRŽIŠTA UKAPLJENOG NAFTNOG PLINA U REPUBLICI HRVATSKOJ  
MATIJA LADAŠIĆ

Diplomski rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za naftno inženjerstvo, Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Predmet razmatranja ovog diplomskog rada je tržište ukapljenog naftnog plina u Republici Hrvatskoj. Početni dio rada posvećen je svojstvima ukapljenog naftnog plina, te svjetskom tržištu. U nastavku se govori o tržištu ukapljenog naftnog plina u Republici Hrvatskoj, organizaciji istog, proizvodnji i potrošnji UNP-a, te njegovim specifičnostima.

Ključne riječi: Ukapljeni naftni plin, UNP, tržište, goriva, potrošnja, proizvodnja

Diplomski rad sadrži: 31 slika, 17 tablica, 23 referenci, 2 priloga.

Jezik izvornika: Hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta,  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Mentor: Dr.sc. Daria Karasalihović Sedlar, izvanredna profesorica RGNF

Ocjenjivači: 1. Dr.sc. Daria Karasalihović Sedlar, izvanredna profesorica RGNF  
2. Dr.sc. Tomislav Kurevija, docent RGNF  
3. Dr.sc. Domagoj Vulin, docent RGNF

Datum obrane: 24. rujna 2015.

University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology  
and Petroleum Engineering

Master's thesis

CROATIAN LIQUIFIED PETROLEUM GAS MARKET OVERVIEW  
MATIJA LADAŠIĆ

Thesis completed in: University of Zagreb

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Department of Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

The subject of this thesis is the liquified petroleum gas market in the Republic of Croatia. The beginning section of the thesis describes the physical and chemical properties of liquified petroleum gas. The next part of the thesis describes the world liquified petroleum market. The rest of the thesis describes the Croatian liquified petroleum gas market, its organisation, production, consumption and its specific market segments.

Key words: Liquified petroleum gas, LPG, market, fuels, consumption, production

Thesis consists of : 31 pictures, 17 tables, 23 references, 2 inserts

Language: Croatian

Thesis deposited in : Library of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Mentor: PhD. Daria Karasalihovic Sedlar, Associate Professor RGNF

Reviewers: 1. PhD. Daria Karasalihović Sedlar, Associate Professor RGNF

2. PhD. Tomislav Kurevija, Assistant Professor RGNF

3. PhD. Domagoj Vulin, Assistant Professor RGNF

Date of defense: September 24 2015

Diplomski rad izrađen je na Zavodu za naftno rudarstvo Rudarsko-geološko naftnog fakulteta u Zagrebu iz kolegija Gospodarenje plinovima .

Zahvaljujem mentorici Dr. Sc. Darii Karasalihović, izvanrednoj profesorici, na suradnji i pomoći.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OSNOVNE ZNAČAJKE UKAPLJENOG NAFTNOG PLINA.....</b>	<b>2</b>
2.1. Fizikalna svojstva ukapljenog naftnog plina .....	2
2.1.1. Tlak smjese.....	3
2.1.2. Tlak zasićenja .....	4
2.1.3. Kritično stanje .....	7
2.1.4. Gustoća i volumen smjese UNP-a .....	8
2.1.5. Latentna toplota isparavanja i specifični toplinski kapacitet .....	10
2.2. Kemijska svojstva ukapljenog naftnog plina.....	12
2.2.1. Toplinska vrijednost UNP-a .....	12
2.2.2. Wobbeov broj .....	14
2.3. Emisije stakleničkih plinova .....	16
2.3.1. Emisije ugljičnog dioksida .....	17
2.3.2. Europski emisijski test.....	19
<b>3. UNP U SVIJETU .....</b>	<b>20</b>
<b>4. TRŽIŠTE UNP-A U HRVATSKOJ .....</b>	<b>22</b>
4.1. Distribucija UNP-a u RH .....	23
4.2. Formiranje cijene UNP-a .....	27
4.2.1. Cijena UNP-a za pogon vozila .....	29
4.2.2. Cijena UNP-a za grijanje.....	31

<b>5. PROIZVODNJA UKAPLJENOG NAFTNOG PLINA U RH .....</b>	<b>33</b>
5.1. Rafinerijska proizvodnja .....	34
5.2. Etansko postrojenje Ivanić .....	35
<b>6. POTROŠNJA UNP-A U REPUBLICI HRVATSKOJ .....</b>	<b>37</b>
6.1. Potrošnja u prometu .....	39
6.2. Opća potrošnja .....	41
6.3. Industrijska potrošnja .....	42
<b>7. KARAKTERISTIKE TRŽIŠTA UNP-A U RH .....</b>	<b>44</b>
7.1. Terminal za UNP Ploče .....	45
7.2. Korištenje UNP-a u prometu .....	48
7.3. Korištenje UNP-a na otocima .....	51
<b>8. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>53</b>
<b>9. POPIS LITERATURE .....</b>	<b>54</b>

## POPIS SLIKA

Slika 2-1. Trokutni dijagram za određivanje tlaka smjese propana i izomera butana (n-butana i izo-butana) .....	4
Slika 2-2. Krivulje zasićenja nekoliko važnijih sastojaka UNP-a .....	5
Slika 2-3. Ovisnost specifičnog toplinskog kapaciteta propana i butana u kapljevitom stanju o temperaturi. ....	11
Slika 2-4. Ovisnost specifičnog toplinskog kapaciteta propana i butana u plinovitom stanju o temperaturi .....	10
Slika 3-1. Svjetska proizvodnja UNP-a po regijama (milijun tona) .....	20
Slika 3-2. Svjetska potrošnja UNP-a po regijama (milijun tona) .....	21
Slika 3-3. Svjetska potrošnja UNP-a po sektoru 2013. godine .....	21
Slika 4-1. Struktura opskrbe UNP-om u RH.....	22
Slika 4-2. Dostupne količine UNP-a na tržištu RH .....	23
Slika 4-3. Mali spremnici za UNP .....	24
Slika 4-4. Izvedba nadzemnih spremnika za UNP. ....	24
Slika 4-5. Kretanje maloprodajnih cijena derivata nafte u razdoblju od 2003. do 2013. godine .....	29
Slika 4-6. Cijene goriva za cestovni promet u 2015. godini. ....	30
Slika 4-7. Cijene goriva za grijanje kućanstava. ....	32
Slika 5-1. Graf proizvodnje UNP-a u Hrvatskoj (1000 tona). ....	33
Slika 5-2. Udio proizvodnje UNP-a prema načinu proizvodnje u Hrvatskoj.....	33
Slika 5-3. Proizvodnja rafinerijskih proizvoda 2013. i 2014. godine .....	34
Slika 6-1. Potrošnja UNP-a po sektorima 2005. godine. ....	38
Slika 6-2. Potrošnja UNP-a po sektorima 2008. godine .....	38
Slika 6-3. Potrošnja UNP-a po sektorima 2013. godine .....	38
Slika 6-4. Potrošnja UNP-a u cestovnom prometu. ....	39
Slika 6-5. Udio UNP-a u ukupnoj potrošnji cestovnog prometa 2008. godine.....	40
Slika 6-6. Udio UNP-a u ukupnoj potrošnji cestovnog prometa 2013. godine.....	40
Slika 6-7. Finalna potrošnja UNP-a u industriji po područjima i odjelcima NKD-a 2007. u Republici Hrvatskoj za 2013. godinu. ....	43
Slika 7-1. Smještaj luke Ploče.....	45

Slika 7-2. Terminal za naftne derivate u Luci Ploče .....	47
Slika 7-3. Izvedba podzemnih spremnika na dijelu za skladištenje i manipulaciju UNP-om..	47
Slika 7-4. Udjeli oblika energije u neposrednoj potrošnji energije u prometu .....	48
Slika 7-5. Broj automobila na UNP u Republici Hrvatskoj .....	49
Slika 7-6. Prognoza potrošnje UNP-a u prometu. ....	50
Slika 7-7. Potrošnja UNP-a na otocima 2008. godine.....	50



## POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Apsolutni tlaka zasićenja smjese propana i n-butana ovisno o njihovom udjelu u smjesi.....	6
Tablica 2-2. Kritična temperatura i tlak nekih sastojaka UNP-a.....	7
Tablica 2-3. Gustoća pri normalnom stanju i relativna gustoća nekih sastojaka UNP-a .....	9
Tablica 2-4. Toplinska vrijednost ugljikovodika .....	13
Tablica 2-5. Volumna (Qv) i masena (Qm) toplinska vrijednost UNP-a pri normalnim uvjetima, u ovisnosti o sadržaju propana i butana u smjesi .....	14
Tablica 2-6. Wobbeov broj za lake ugljikovodike. ....	15
Tablica 2-7. Emisije ugljičnog dioksida s obzirom na korišteno gorivo.....	18
Tablica 4-1. Dozvole za obavljanje djelatnosti trgovine na veliko ukapljenim naftnim plinom. ....	25
Tablica 4-2. Visina trošarine za pojedine energente .....	27
Tablica 4-3. Srednje cijene naftnih derivata na dan 17.8. 2015. godine .....	30
Tablica 4-4. Preračunate cijene trošarina na energente.....	31
Tablica 5-1. Proizvodnja UNP-a i udio u ukupnoj proizvodnji rafinerija (000 tona). ....	34
Tablica 5-2. Sastav proizvodnog fluida Pogona Molve .....	35
Tablica 6-1. Potrošnja UNP-a po sektorima u periodu od 2005. do 2013. godine (000 tona). ....	37
Tablica 6-2. Potrošnja UNP-a u općoj potrošnji. ....	41
Tablica 6-3. Potrošnja UNP-a. u industrijskom sektoru (000 tona) .....	42
Tablica 7-1. Čimbenici koji mogu utjecati na rast(+) ili pad (-) ponude i potražnje. ....	44

## POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I KRATICA:

C- ugljik

CO<sub>2</sub> – kemijska formula ugljičnog dioksida

C<sub>n</sub> H<sub>2n+2</sub> – opća formula za zasićene ugljikovodike

C<sub>n</sub> H<sub>2n</sub> - opća formula za nezasićene ugljikovodike

c<sub>i</sub> - specifični toplinski kapacitet pojedinog sastojka UNP-a [kJ/kg °C]

c<sub>unp, kap</sub> - specifični toplinski kapacitet UNP-a u kapljevitom stanju [kJ/kg °C]

c<sub>unp, pl</sub> - specifični toplinski kapacitet UNP-a u plinovitom stanju [kJ/kg °C]

d - relativna gustoća

g<sub>i</sub> - maseni udio pojedinog sastojka UNP-a

H<sub>d</sub> - donja toplinska vrijednost [kJ/kg]

H<sub>g</sub> - gornja toplinska vrijednost [kJ/kg]

H<sub>2</sub> - vodik

H<sub>2</sub>O – kemijska formula vode

Kn- kuna

O<sub>2</sub> - Kisik

P– tlak smjese [Pa]

P<sub>i</sub>– parcijalni tlak komponente u smjesi [Pa]

P<sub>k</sub> - kritični tlak [Pa]

P<sub>n</sub>– tlak pri normalnim uvjetima [Pa]

P<sub>s</sub>– tlak pri standardnim uvjetima [Pa]

$P_z$  – tlak zasićenja [Pa]

$Q_{mol}$  - molarna toplinska vrijednost [kJ/kg]

$Q_v$ - obujamska toplinska vrijednost [kJ/kg]

$Q_m$  - masena toplinska vrijednost [kJ/kg]

$r_i$ - volumni udio pojedinog sastojka

RH- Republika Hrvatska

S- sumpor

$SO_2$  – sumporov dioksid

T - temperatura [ $^{\circ}C$ ]

$T_n$  - temperatura pri normnim uvjetima [ $^{\circ}C$ ]

$T_k$  - kritična temperatura [ $^{\circ}C$ ]

$T_s$  - temperatura pri standardnim uvjetima [ $^{\circ}C$ ]

UNP- ukapljeni naftni plin

V – volumen [ $m^3$ ]

W - Wobbeov broj [kJ]

$\rho$  – gustoća [ $kg/m^3$ ]

$\rho_{unp}$  -gustoća UNP-a [ $kg/m^3$ ]

$\rho_i$  - gustoća pojedinog sastojka UNP-a u plinovitom stanju [ $kg/m^3$ ]

$\rho_z$  - gustoća zraka [ $kg/m^3$ ]

## ***1. UVOD***

Potrošnja primarne energije, u Republici Hrvatskoj, bazira se na potrošnji fosilnih goriva. Tako je u 2013. godini potrošnja fosilnih goriva u Republici Hrvatskoj iznosila 67,3% ukupne potrošnje energije (EIPH 2013). U Europi, ali i Hrvatskoj vidljiv je trend povećanja potrošnje prirodnog plina u svim energetske segmentima, posebice kod proizvodnje električne energije (EU 2014). S obzirom na manje emisije ugljičnog dioksida, u usporedbi s ostalim fosilnim gorivima, prirodni plin postaje dominantni energent. O dinamici provedbe energetske strategije, ovisit će prijelazni period, postepenog smanjenja korištenja fosilnih goriva. Povećanje potrošnje prirodnog plina, kao i korištenje obnovljivih izvora energije, ovisit će o razvitku prateće infrastrukture tj. o razvitku transportne i distributivne mreže za električnu energiju i prirodni plin.

Ukapljeni naftni plin (UNP) dio je rješenja za prijelazni period do ostvarenja ciljeva o smanjenju emisija stakleničkih plinova. Jedna od većih prepreka smanjenju emisija ugljičnog dioksida je korištenje naftnih derivata u cestovnom prometu. Korištenje prirodnog plina u cestovnom prometu tehnički je i logistički složen zadatak. Distributivna mreža za korištenje UNP-a u prometu već postoji, (razvijena mreža benzinskih postaja). Djelomična zamjena tekućih naftnih derivata UNP-om, doprinjela bi smanjenju emisija ugljičnog dioksida u segmentu prometa (Jeuland 2004). UNP svoju primjenu ima i u općoj potrošnji, posebice na područjima gdje je distributivna mreža za prirodni plin financijski ili tehnički neizvediva, primjerice brdsko planinska područja, otoci te slabije naseljena područja. Također je moguća i sinergija obnovljivih izvora energije i UNP-a, primjerice pri pripremi potrošne tople vode, ili proizvodnji električne energije.

## **2. OSNOVNE ZNAČAJKE UKAPLJENOG NAFTNOG PLINA**

Ukapljeni naftni plin (UNP, propan-butan) je visokoenergetsko i ekološki prihvatljivo plinsko gorivo, sirovina u petrokemijskoj obradi te izvor toplinske energije u industrijskoj proizvodnji, koje se nomenklaturno i kvalitativno definira prema načinu proizvodnje. Ukapljeni naftni plin dobiva se izdvajanjem smjese propana i butana iz nafte ili plinskog kondenzata. Njegovu osnovu kao komponente čine zasićeni ugljikovodici: propan, butan itd. iz alkanskog (parafinskog) reda ( $C_n H_{2n+2}$ ) te njihova smjesa, ovisno o uporabi s pripadajućim izomerima. Uz to sadrži i vrlo nestabilne, odnosno kemijski vrlo aktivne ugljikovodike s karakterističnim dvostrukim i/ili trostrukim vezama (alkene-  $C_n H_{2n}$ ) kao što su eten, propen, buten, njihovi izomeri i drugi ugljikovodici koji se neizostavno nalaze u smjesi kao sadržaji iz proizvodnje u rafinerijskoj preradi nafte, u omjerima sukladnim standardima, odnosno propisanim specifikacijama (Strelec 2014). O udjelu propana i butana ovise njegova fizikalna i kemijska svojstva.

### **2.1. Fizikalna svojstva ukapljenog naftnog plina**

Pri normalnim uvjetima UNP je plinovit i teži od zraka, no ukapljuje se pri razmjerno niskim tlakovima (1,7-7,5 bar). UNP se pojavljuje u dva stanja pri čemu je za prelazak iz jednog u drugo stanje, potrebna izmjena topline. Stanje UNP-a je pojam koji se odnosi na njegovu pojavnost (agregatno stanje tvari) pa on može biti u kapljevitom ili plinovitom stanju. (Strelec 2014). O udjelu ugljikovodika u smjesi UNP-a ovise i njegova fizikalna svojstva.

UNP je neotrovan, bez boje i mirisa, pa mu se prije uporabe dodaje odorant, radi lakšeg otkrivanja propuštanja. Ima uske, ali niske granice eksplozivnosti, a budući da je teži od zraka, vrlo lako stvara eksplozivnu smjesu sa zrakom, osobito u donjem djelu zatvorenih prostorija (Strelec 2014).

### 2.1.1. Tlak smjese

Daltonovim zakonom parcijalnih tlakova opisujemo ponašanje tlaka u smjesama idealnih plinova, gdje je ukupan tlak smjese, jednak sumi umnožaka parcijalnog tlaka i udjela plina u smjesi.

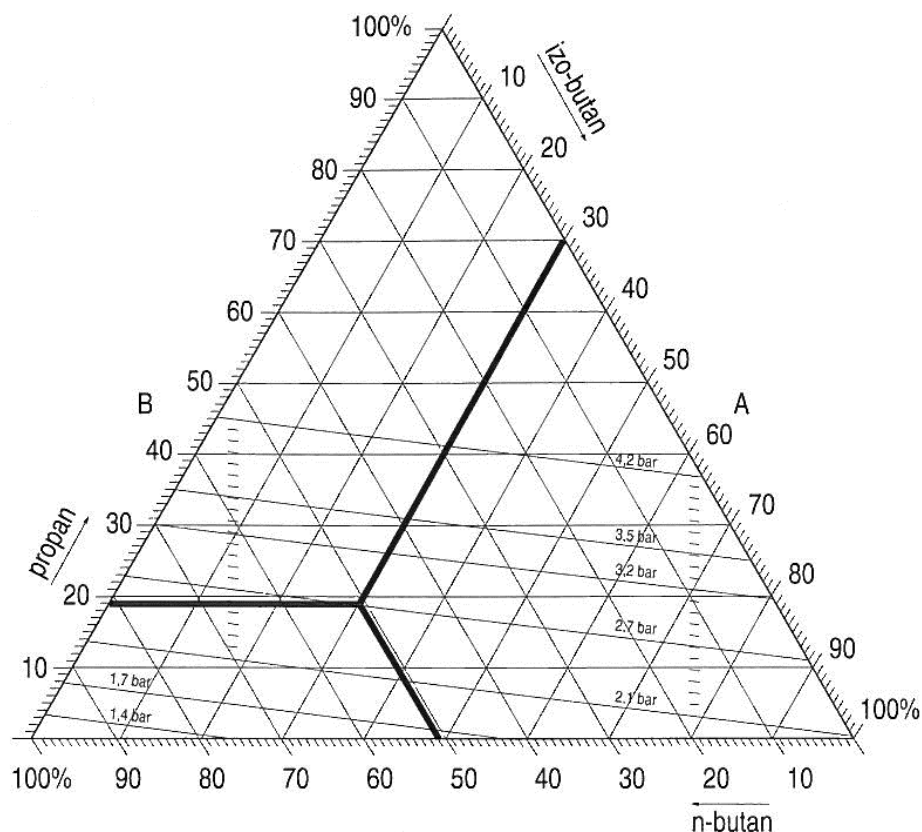
$$P = \sum P_i \cdot r_i \quad (2-1)$$

P – ukupni tlak smjese [Pa]

$P_i$  – parcijalni tlak komponente smjese [Pa]

$r_i$  – volumni udio komponente u smjesi

Ponašanje realnih plinova može se aproksimirati daltonovim zakonom, pri relativno niskim tlakovima i visokim temperaturama. S obzirom na relativno nisku temperaturu UNP-a u spremniku, njegovo stanje ne može se matematički točno opisati daltonovim zakonom. Tlak UNP-a, najčešće se iskazuje korištenjem tzv. trokutnog dijagrama za određivanje tlaka. Ukupni tlak smjese, je točka sjecišta pravaca, kojima ishodište odgovara postotnom udjelu pojedinog plina (propana, n-butana i izo-butana ) u smjesi. Tako se za smjesu sastavljenu od 50% n-butana, 30% izo-butana i 20% propana, iz točke sjecišta pravaca na slici 2-1., može očitati tlak od 2,7 bara.

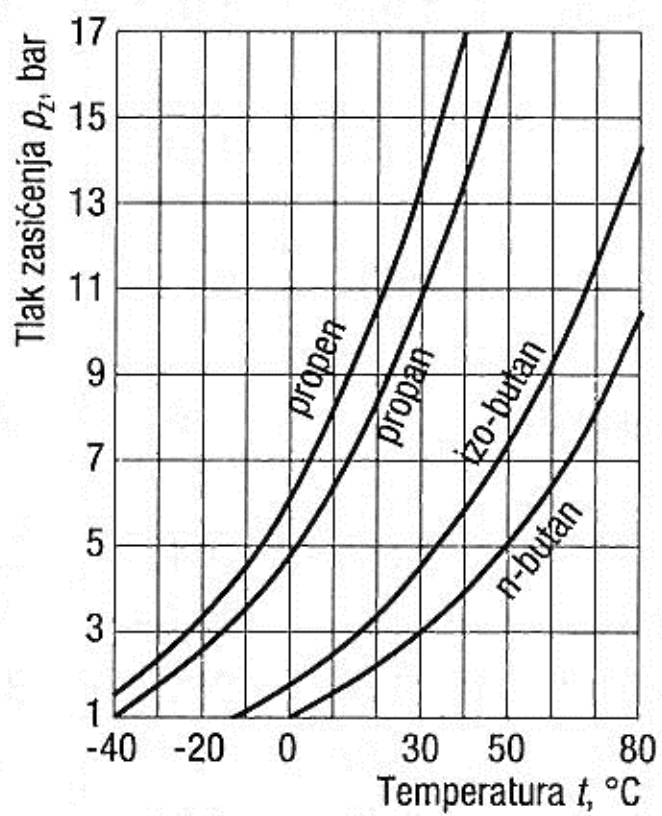


Slika 2-1. Trokutni dijagram za određivanje tlaka smjese propana i izomera butana (n-butana i izo-butana) (Labudović 2007)

### 2.1.2. Tlak zasićenja

Tlak zasićenja (tlak para) jedna je od najvažnijih veličina kojom se opisuje ponašanje UNP-a (i bilo kojeg višefaznog sustava). Ovisi samo o vrsti tvari i temperaturi (tj. vrelištu) i u dijagramima se grafički prikazuje krivuljom zasićenja, iznad koje postoji samo kapljevinna, a ispod koje samo plinovita faza. Tlak zasićenja UNP-a ponajviše ovisi o udjelu njegovih osnovnih sastojaka: propana i butana.

Prema Pravilniku o ukapljenom naftnom plinu, parni tlak, je tlak para UNP-a pri 40 °C u ravnotežnom stanju s tekućinom (Labudović, 2007). Tlak zasićenja za čiste smjese može se isčitati iz grafa krivulja zasićenja (slika 2-2.), dok se tlak zasićenja za UNP- isčitava iz tablice apsolutnog tlaka zasićenja, smjese propana i n-butana (Tablica 2-1.)



Slika 2-2. Krivulje zasićenja nekoliko važnijih sastojaka UNP-a (Strelec 2001)



Tablica 2-1. Apsolutni tlaka zasićenja smjese propana i n-butana ovisno o njihovom udjelu u smjesi (Strelec 2001)

Udio propana( %)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Udio butana( %)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Temperatura (°C)	Tlak zasićenja $p_z$ , (bar)										
-20	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-15	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
-10	3,4	3,1	2,9	2,7	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	0,7
-5	4,0	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	2,3	1,9	1,6	1,2	0,8
0	4,7	4,4	4,1	3,7	3,4	3,0	2,6	2,3	1,9	1,5	1,0
5	5,5	5,2	4,8	4,4	4,0	3,6	3,1	2,5	2,2	1,8	1,2
10	6,3	6,1	5,6	5,2	4,7	4,2	3,7	3,0	2,5	2,1	1,4
15	7,3	7,0	6,5	6,0	5,5	4,9	4,3	3,7	3,0	2,5	1,7
20	8,3	7,9	7,4	6,9	6,3	5,7	5,0	4,3	2,6	2,8	2,1
25	9,5	9,0	8,3	7,8	7,2	6,5	5,8	5,0	4,2	3,3	2,5
30	10,8	10,2	9,5	8,8	8,1	7,4	6,6	5,8	4,8	3,8	2,8
35	12,2	11,5	10,8	10,0	9,2	8,3	7,5	6,6	5,5	4,4	3,3
40	13,7	12,9	12,3	11,3	10,4	9,5	8,5	7,5	6,3	5,1	3,8
45	15,5	14,4	13,8	12,7	11,8	10,7	9,6	8,4	7,2	5,8	4,4
50	17,3	16,2	15,4	14,4	13,2	12,0	10,8	9,5	8,0	6,6	5,0
55	19,4	18,2	17,1	16,1	14,9	13,4	12,1	10,6	9,0	7,5	5,7
60	20,9	20,4	19,1	17,8	16,5	15,0	13,4	11,9	10,1	8,3	6,4
70	25,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,1

### 2.1.3. Kritično stanje

Kritično stanje je stanje određeno kritičnom temperaturom i kritičnim tlakom. Ne ohladi li se plin ispod kritične temperature, ne može se ukapljiti ni pri najvišim tlakovima. Prema tome, kritična temperatura  $T_k$  je temperatura iznad koje se plin ni pod kojim tlakom ne može prevesti u tekuće stanje, a kritični tlak  $P_k$  je najniži tlak koji je dovoljan da se na kritičnoj temperaturi plin prevede u tekuću fazu. (Strelec 2001). Smjese plinova (u što se ubraja UNP) imaju pseudokritični tlak i temperaturu koji se određuju iz kritičnih tlakova i temperatura pojedinih sastojaka. (Labudović 2007)

Tablica 2-2. Kritična temperatura i tlak nekih sastojaka UNP-a (Labudović 2007)

plin	formula	Kritična temperatura $T_k$ (°C)	Kritični tlak $P_k$ (bar)
Etan	$C_2H_6$	35,0	49,62
Eten	$C_2H_4$	9,5	49,15
Etin	$C_2H_2$	35,5	60,53
Propan	$C_3H_8$	96,8	42,46
Propen	$C_3H_6$	91,8	44,73
N-butan	$C_4H_{10}$	153,2	36,48
Izo-butan	$C_4H_{10}$	135,0	35,32
I-buten	$C_4H_8$	146,4	40,2

#### 2.1.4. Gustoća i volumen smjese UNP-a

Gustoća UNP-a određuje se iz vrijednosti gustoće pojedinih sastojaka i njihovog udjela u smjesi pomoću jednačbe (Labudović 2007.):

$$\rho_{\text{unp}} = \sum r_i \cdot \rho_i \quad (2-2)$$

$\rho_{\text{unp}}$  – gustoća UNP-a u plinovitom stanju [ $\text{kg/m}^3$ ]

$\rho_i$  – gustoća pojedine komponente UNP-a [ $\text{kg/m}^3$ ]

$r_i$  – udio pojedine komponente u smjesi UNP-a

Kod gustoće plinova razlikujemo sljedeće pojmove: gustoća, te relativna gustoća. Gustoća predstavlja masu plina sadržanu u metru kubnom prostora, a ovisna je prvenstveno o temperaturi i tlaku. Svi plinovi, za razliku od kapljevina, imaju realtivno velike razlike u gustoći, s obzirom na tlak i temperaturu. Iz tog razloga uvedeni su pojmovi, normalni i standardni kubni metar.

Normalni kubni metar je ona masa plina koja pri normalnom stanju zauzima  $1 \text{ m}^3$ . Normalno stanje nekog plina određeno je normalnim uvjetima temperature i tlaka ( $T_n = 0^\circ\text{C}$  i  $P_n = 101325 \text{ Pa}$ ). Standardni kubni metar je ona masa plina koja pri standardnim uvjetima tlaka i temperature ( $T_s = 15^\circ\text{C}$  i  $P_s = 101325 \text{ Pa}$ ) zaprima  $1 \text{ m}^3$  (Strelec 2001).

Tablica 2-3. Gustoća pri normalnom stanju i relativna gustoća nekih sastojaka UNP-a (Labudović 2007)

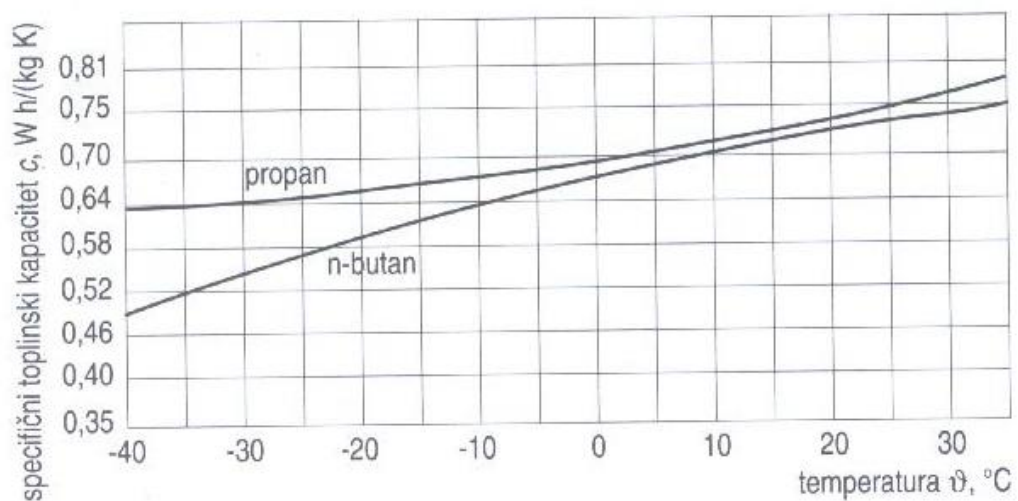
Plin	formula	Gustoća $\rho$ (kg/ m <sup>3</sup> )	Relativna gustoća (d)
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,3551	1,048
Eten	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,2611	0,975
Etin	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,1722	0,907
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,01	1,554
Propen	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1,9138	1,480
N-butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,709	2,095
Izo-butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,647	2,047
I-buten	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	2,598	2,009

### 2.1.5. Latentna toplina isparavanja i specifični toplinski kapacitet

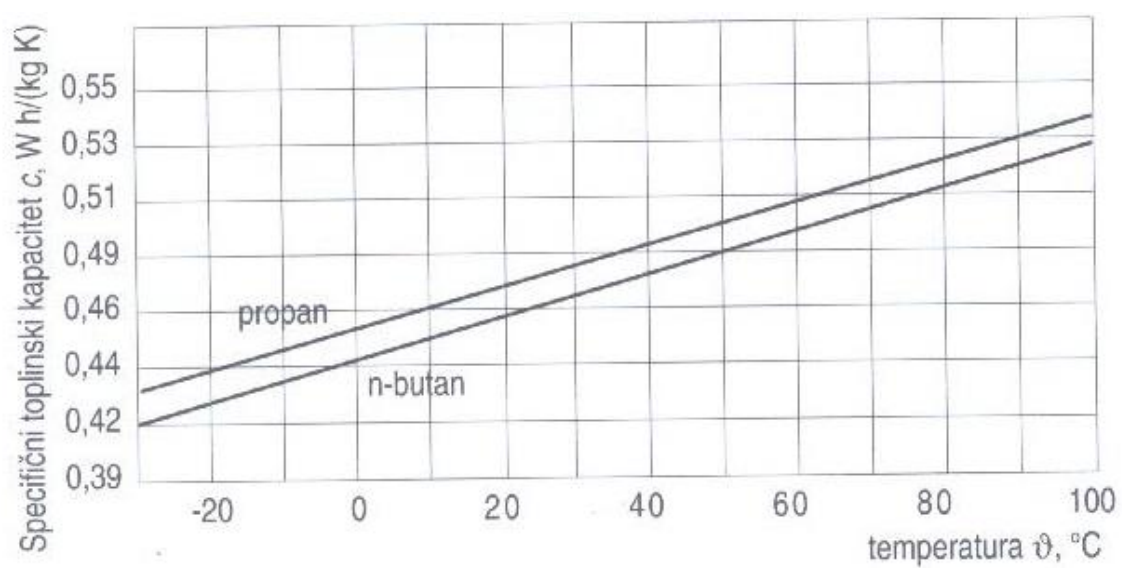
Latentna toplina isparavanja je veličina koja pokazuje koliko energije treba dovesti kako bi se određenoj količini materije promijenilo agregatno stanje, iz tekućeg u plinovito ili iz krutog u tekuće. Po iznosu je jednaka toplini kondenzacije, pri čemu se promjena odvija u suprotnom smjeru, tj. dolazi do pretvorbe plina u kapljevinu, uz oslobađanje topline. (Majetić, 2012). Toplina isparavanja UNP-a, računa se iz vrijednosti topline isparavanja pojedinih sastojaka i njihovog udjela u smjesi.

Kod promjene agregatnog stanja ne dolazi do povišenja temperature, već se toplina „troši” na promjenu agregatnog stanja, iz krutog u tekuće ili iz tekućeg u plinovito. Tek kada je i zadnji dio materije preveden u plinovito stanje, počinje rasti njena temperatura (Majetić 2012).

Specifični toplinski kapacitet je veličina koja pokazuje, koliko topline treba dovesti određenoj količini tvari kako bi joj se temperatura povećala za 1 °C, pri čemu njegova vrijednost ovisi o temperaturi (slika 2-4., 2-5.). UNP ima tri specifična toplinska kapaciteta: u kapljevitom i plinovitom stanju, pri konstantnom volumenu i konstantnom tlaku pri čemu se svi računaju iz vrijednosti specifičnih toplinskih kapaciteta pojedinih sastojaka (Labudović 2007).



Slika 2-3. Ovisnost specifičnog toplinskog kapaciteta propana i butana u kapljevitom stanju o temperaturi (Labudović 2007)



Slika 2-4. Ovisnost specifičnog toplinskog kapaciteta propana i butana u plinovitom stanju o temperaturi (Labudović 2007)

## 2.2. Kemijska svojstva ukapljenog naftnog plina

Kemijska svojstva UNP-a odnose se na karakteristike UNP-a pri kemijskim reakcijama, najčešće izgaranju. Toplinska vrijednost, jedna je od važnijih veličina kada govorimo o kemijskim svojstvima. Iz toplinske vrijednosti mogu se izvesti i podaci o temperaturi izgaranja, a ukoliko je poznat sastav plina, moguće je i proračunati i koncentraciju dimnih plinova nastalih izgaranjem.

### 2.2.1. Toplinska vrijednost UNP-a

Toplinska vrijednost UNP-a ovisna je o njegovu sastavu, tj. o udjelu propana i butana u smjesi. Kao i kod svih goriva i kod UNP-a razlikujemo gornju i donju toplinsku (ogrjevnu) vrijednost.

Gornja ogrjevna vrijednost ( $H_g$ ) je toplina oslobođena pri izgaranju goriva, nakon čega se dodatno iskorištava toplina kondenzacije vodene pare iz dimnih plinova, odnosno to je najveća moguća energija koja se može dobiti izgaranjem nekog goriva. Donja ogrjevna vrijednost ( $H_d$ ) je toplina koja je oslobođena procesom izgaranja goriva, bez dodatnog iskorištavanja topline kondenzacije vodene pare (Majetić 2012) .

Uz to, vrijednosti topline ovise i o fizikalnoj veličina koja se promatra. Tako razlikujemo toplinsku vrijednost po volumenu ( $\text{MJ/m}^3$ ), po težini ( $\text{MJ/kg}$ ) te po molarnoj težini ( $\text{MJ/Kmol}$ ). U tablici 2-4. sadržane su toplinske vrijednosti pojedinačnih komponenti UNP-a.

Tablica 2-4. Toplinska vrijednost ugljikovodika (Labudović 2007)

Ugljikovodik	Formula (C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> )	Q <sub>mol</sub>		Q <sub>v</sub>		Q <sub>m</sub>	
		H <sub>g</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>g</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>g</sub>	H <sub>d</sub>
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1560,69	1428,64	70,333	64,382	51,902	47,510
N-butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2877,4	2657,32	134,115	123,857	49,505	45,719
Izo-butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2868,2	2648,12	133,574	122,325	49,347	45,561

\*pri normalnim uvjetima ( $p=1.1023$  bar i  $T= 0$  °C)

Toplinska vrijednost UNP-a računa se iz toplinskih vrijednosti pojedinih sastojaka i njihovog udjela u smjesi, pomoću jednostavne jednadžbe:

$$Q_{\text{unp}} = \sum Q_i \cdot r_i \quad (2-3)$$

$Q_{\text{unp}}$  – toplinska vrijednost UNP-a [KJ/kg, ]

$Q_i$  – toplinska vrijednost pojedinog sastojka UNP-a [KJ/kg]

$r_i$  – volumni udio sastojka u smjesi

U tablici 2-5. prikazani su podaci o toplinskoj vrijednosti UNP-a, u ovisnosti o udjelu propana i butana u smjesi. Vidljivo je da se vrijednosti za masenu toplinsku vrijednost ne mjenjanju u velikoj mjeri, dok se vrijednosti za volumnu vrijednost bitno razlikuju, u ovisnosti o udjelu propana i butana.



Tablica 2-5. Volumna( $Q_v$ ) i masena ( $Q_m$ ) toplinska vrijednost UNP-a pri normalnim uvjetima, u ovisnosti o sadržaju propana i butana u smjesi (Podaci preuzeti iz knjige „*Plinarski priručnik: 5. dopunjeno izdanje*“)

Udio propana (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	
Udio butana (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	Toplinska vrijednost ( pri, P=1.0113 bar, i T= 0 °C)											
Qv	Hd	64,382	70,326	76,277	82,224	88,127	90,89	100,067	106,0145	111,962	117,995	123,857
	Hg	70,333	76,71	83,089	89,467	95,845	102,223	108,602	114,979	121,358	127,736	134,115
Qm	Hd	47,510	47,366	47,151	46,972	46,793	46,614	46,435	46,256	46,137	45,862	45,719
	Hg	51,902	51,661	51,422	51,182	50,943	50,703	50,463	50,223	49,984	49,744	49,505

### 2.2.2. Wobbeov broj

Wobbeov broj je pokazatelj toplinskog opterećenja plamenika. Plinovi različitog sastava, ali jednakog Wobbeovog broja, daju pri jednakom priključnom tlaku približno jednako toplinsko opterećenje. Toplinsko opterećenje možemo izraziti kao količinu energije koju struja plina nosi u sebi kroz sapnicu plamenika (Strelec 2014).

Wobbeov indeks (Wobbeov broj) je omjer između toplinske vrijednosti plina, i njegove relativne gustoće. Wobbeov broj se pretežno iskazuje u odnosu na gornju ogrijevnu vrijednost, te na relativnu gustoću plina pri normalnim uvjetima. Vrijednost Wobbeovog broja može se dobiti iz sljedeće jednačbe:

$$W_g = \frac{H_g}{\sqrt{d}} \quad (2-4)$$

$W_g$  - Wobbeov indeks [KJ]

$H_g$  - gornja ogrijevna vrijednost goriva [KJ/kg]

$d$  - relativna gustoća plina [kg/ m<sup>3</sup>]

Vrijednost Wobbeovog indeksa, za UNP, može se izračunati i ukoliko su nam poznate vrijednosti Wobbeovih brojeva iz tablice 2-6. prema izrazu:

$$W_g = W_{g1} * r_1 + W_{g2} * r_2 \dots \quad (2-5)$$

$W_g$ - Wobbeov indeks [KJ]

$W_{g1,2}$  - vrijednost Wobbeovg broja sadržanog u smjesi [KJ]

$r_{1,2}$  - udio u smjesi

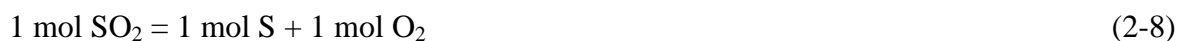
Tablica 2-6. Wobbeov broj za lake ugljikovodike (Labudović 2007)

Ugljikovodik	Formula (C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> )	Wobbeov broj	
		Gornji (W <sub>g</sub> )	Donji (W <sub>b</sub> )
Eten	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	60,90	57,1
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	65,04	59,54
Propen	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	72,89	68,21
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	76,84	70,69
I-buten	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	84,17	78,72
N-butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	87,43	80,74
Izo-butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	88,20	81,43

S obzirom da UNP ima višestruko veću vrijednost Wobbeovog indeksa u usporedbi s prirodnim plinom, nužno je provesti miješanje plina s nezapaljivim plinom, kako bi se vrijednosti Wobbeovog indeksa izjednačile. Miješanje UNP-a najčešće se obavlja sa zrakom u omjeru od 45% zraka i 55% UNP-a.

### 2.3. Emisije stakleničkih plinova

Emisije stakleničkih plinova odnose se na količinu ugljičnog dioksida ( $\text{CO}_2$ ), ugljičnog monoksida ( $\text{CO}$ ), dušikovih oksida ( $\text{NO}_x$ ), te sumporovih oksida ( $\text{SO}_x$ ), dobivenih izgaranjem određene količine goriva. Količina stakleničkih plinova, ovisi o sastavu goriva, količini zraka dostupnog za izgaranje te o temperaturi izgaranja. Teoretska količina dimnih plinova, određena je stehiometrijskim odnosom izgaranja, a dana je formulama:



C- ugljik

$\text{O}_2$ - kisik

$\text{CO}_2$ - ugljični dioksid

$\text{H}_2\text{O}$  – voda

$\text{H}_2$ -vodik

S-sumpor

$\text{SO}_2$ -sumporov dioksid

### 2.3.1. Emisije ugljičnog dioksida

Količina ugljičnog dioksida oslobođenog izgaranjem, najvažnija je stavka pri proračunu emisija stakleničkih plinova. S obzirom na energetske strategije Europske Unije, koja veliki naglasak stavlja na smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, (Jeuland 2004) potrebno je takve emisije moći i vrednovati. Teoretska količina ugljičnog dioksida dobiva se iz jednadžbe 2-6.

Uvrštavanjem vrijednosti za relativnu atomsku masu u jednadžbu 2-6. dobivamo:

$$12.001(\text{g C}) + 31.998 (\text{g O}) = 43.999 (\text{gCO}_2) \quad (2-9)$$

Kraćenjem izraza sa atomskom masom ugljika, dobivamo izraz :

$$1 (\text{g C}) + 2.66 (\text{g O}) = 3.66 (\text{gCO}_2) \quad (2-10)$$

Stvarna količina oslobođenog ugljičnog dioksida nešto je manja od teoretske, jer se osim ugljičnog dioksida, pri izgaranju stvaraju i drugi ugljični spojevi. Količina ostalih ugljičnih spojeva ovisna je o temperaturi izgaranja goriva. Količina ugljičnog dioksida najčešće se iskazuje kao omjer mase ugljičnog dioksida i mase ili volumena goriva (gCO<sub>2</sub>/kg , gCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>). Količina ugljičnog dioksida također se može iskazati i kao omjer količine ugljičnog dioksida i sadržane energije goriva. Ovakav prikaz pruža nam lakšu usporedbu goriva, s obzirom na emisiju CO<sub>2</sub>, no ne daje nam uvid u omjer iskorištene energije i oslobođenog CO<sub>2</sub>, tj. omjer iskoristive topline i emisije ugljičnog dioksida. S obzirom da efikasnost izgaranja ovisi o nizu čimbenika, stvarni omjer možemo dobiti ukoliko ga pomnožimo sa stupnjem iskoristivosti procesa izgaranja. U tablici 2-7. dane su prosječne toplinske vrijednosti i emisije ugljičnog dioksida za nekoliko vrsta goriva.

Tablica 2-7. Emisije ugljičnog dioksida s obzirom na korišteno gorivo (podaci preuzeti iz *nastavnih materijala kolegija „ENERGETIKA II”* )

GORIVO	MASENI UDIO UGLJIK U GORIVU (KgC/kg goriva )	TOPLINSKA VRIJEDNOST (MJ/Kg)	TEORETSKA KOLIČINA UGLJIČNOG DIOKSIDA ( gCO <sub>2</sub> /Kg)	TEORETSKA KOLIČINA UGLJIČNOG DIOKSIDA ( gCO <sub>2</sub> /kWh)
Ugljen antracit	0,86	30,08	3147	376
Drvo	0,53	18,5	1939	377
Lož ulje	0,84	40,2	3074	276
Prirodni plin	0,75	48,31	2745	204
UNP	0,82	46,9	3001	230

Iz tablice 2-7. vidljivo je da postoji bitna razlika između masene i „energetske“ količine ugljičnog dioksida s obzirom na korišteni energent. Uspoređujući količinu ugljičnog dioksida po kWh, prirodni plin, te UNP, imaju najmanje vrijednosti. Razlog tome je relativno visok sadržaj atoma vodika u gorivu. U usporedbi s prirodnim plinom, emisije CO<sub>2</sub> 11,3% su veće za UNP. UNP ima najmanju energetske emisiju ugljičnog dioksida, nakon prirodnog plina.

### 2.3.2. Europski emisijski test

Cilj Europskog emisijskog testnog programa je usporedba razina emisija vozila koja se trenutno prodaju u europskoj, koja su pogonjena jednim od tri goriva: dizel, benzin i UNP. S obzirom da se vozila koriste na različite načine, i s obzirom da postoji mnogo različitih prometnih uvjeta, primjerice vožnja u gradskom prometu, urbana vožnja, vožnja na autocesti, testovi su izvedeni s obzirom na te načine vožnje. (Jeuland 2004). Sam test izveden je u tri ciklusa, kako bi se što bolje simulirali uvjeti vožnje. Tijekom svakog ciklusa uzimana su mjerenja. Za potrebe testa korišteni su automobili s najmodernijom dostupnom tehnologijom, na europskom tržištu, za svako gorivo. Kako bi se izbjegle statističke varijacije u mjerenjima, zbog različitog sastava goriva, sva goriva korištena u testu uzeta su s istog izvora. Na posljeticu mjerenja emisija ispušnih plinova izvršena su u četiri različita laboratorija.

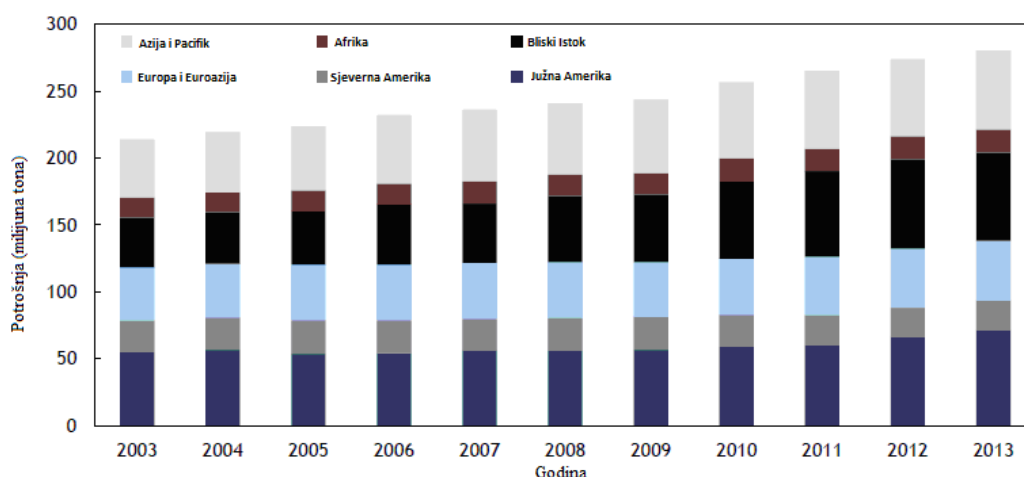
Glavni zaključci testa su (Jeuland 2004.):

- Što se emisija ispušnih plinova tiče, vozila pogonjena UNP-om imaju značajno niže vrijednosti  $\text{NO}_x$  i čestica u usporedbi s vozilima pogonjenih dizelom (95% manje  $\text{NO}_x$ , te 90% manje čestica). Vozila pogonjena UNP-om imaju također manje emisije oksidiranih spojeva (95% manje formaldehida, 70% manje acetildehida i benzena) u usporedbi s dizel gorivima.
- Emisije ugljičnog dioksida, kod vozila pogonjenih UNP-om, mnogo su manje nego kod vozila pogonjenih benzinom, te su vrijednostima bliže dizel gorivima.
- Emisije ugljičnog monoksida veće su za vozila pogonjena UNP-om.
- Emisije ugljikovodika veće su za vozila pogonjena UNP-om.

### 3. UNP U SVIJETU

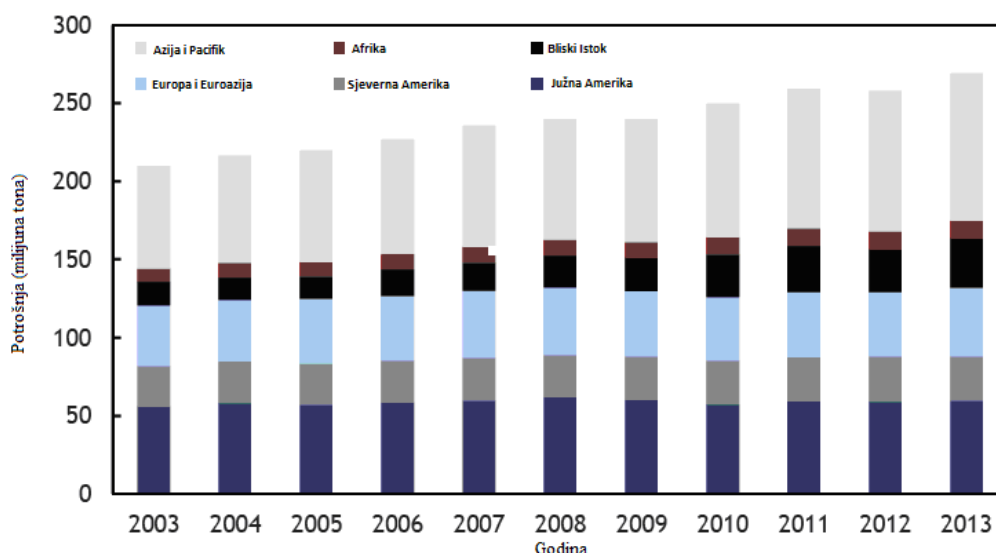
Tržište energenata je u velikoj mjeri globalizirano, tj. trendovi i pokazatelji na svjetskoj razini, mogu i često utječu na manja tržišta. Čimbenici koji utječu na proizvodnju, potrošnju i cijenu energenta, u ovom slučaju UNP-a mogu biti domaćeg, svjetskog ili regionalnog karaktera. Stoga je nužno iznijeti opće pokazatelje za svjetsko tržište UNP-a kako bi se moglo vrijednovati domaće tržište, tj. kako bi se ono moglo usporediti sa svjetskim.

Svjetsko tržište UNP-a doseglo je proizvodnju od 280 milijuna tona godišnje, što je povećanje od 2,3% u odnosu na 2012. godinu (Argus media, 2014). Povećana proizvodnja u Sjevernoj Americi rezultat je značajnog iskorištavanja nekonvencionalnih izvora nafte i plina, koji su bogatiji lakšim frakcijama od konvencionalnih izvora. Daljnje povećanje proizvodnje iz nekonvencionalnih ležišta, a time i UNP-a u Sjevernoj Americi ovisit će o cijeni nafte, tj. o isplativosti iskorištavanja nekonvencionalnih izvora.



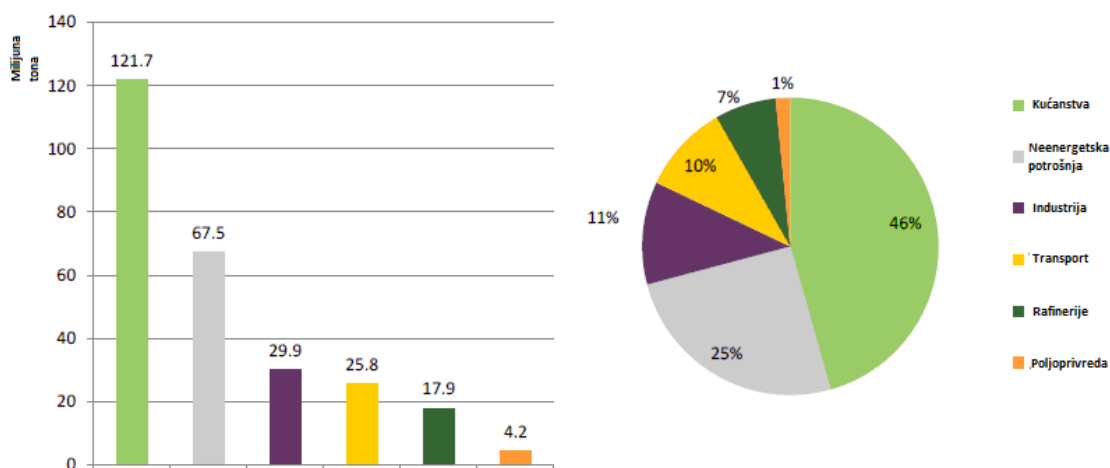
Slika 3-1. Svjetska proizvodnja UNP-a po regijama (Argus media 2014)

Potrošnja UNP-a u 2013. godini iznosila je 267 milijuna tona godišnje, što je povećanje od 2,8% u odnosu na 2012. godinu (Argus media, 2014). Trend veće proizvodnje od potrošnje nastavljen je i u 2013. godini, te ta razlika iznosi 13 milijuna tona.



Slika 3-2. Svijetska potrošnja UNP-a po regijama (Argus media 2014)

Opći sektor najveći je potrošač sa 121,7 milijuna tona. UNP se najviše koristi u regijama i krajevima gdje opskrba plinom nije moguća zbog velike udaljenosti od magistralnog plinovoda, ili zbog male naseljenosti (ruralna područja). Drugi najveći potrošač je petrokemijska industrija na koju otpada jedna četvrtina ukupne svjetske potrošnje, dok na transportni i industrijski sektor otpada ostatak potrošnje (WLPGA 2015).

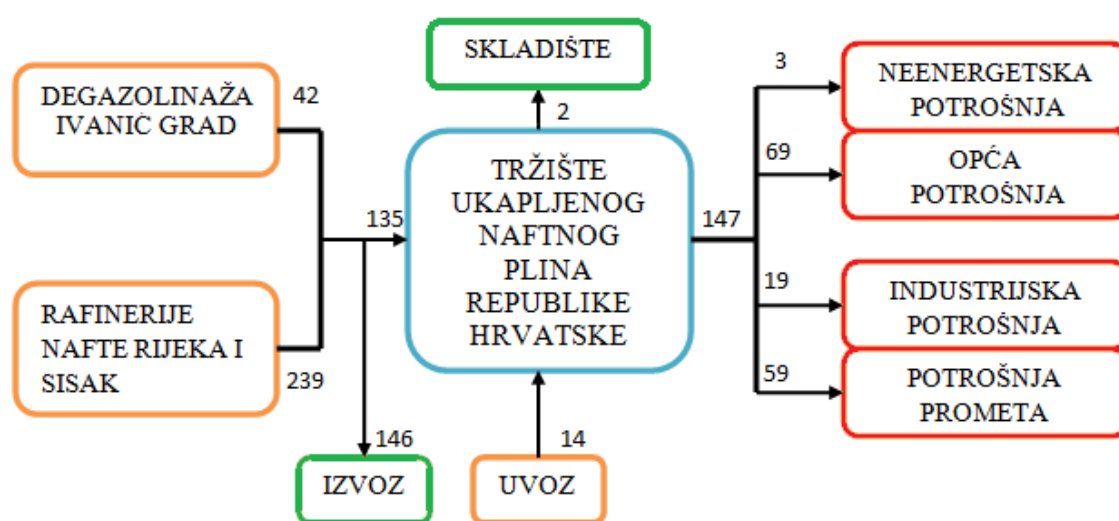


Slika 3-3. Svijetska potrošnja UNP-a po sektoru 2013. godine (WLPGA 2015)

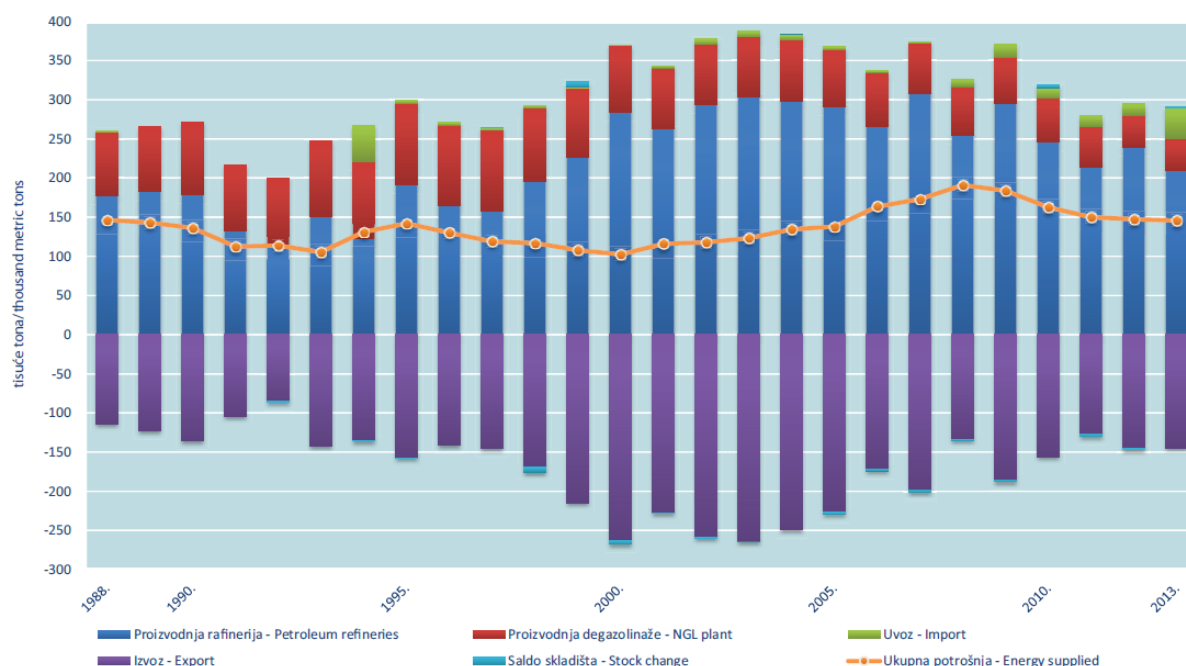


#### 4. TRŽIŠTE UNP-A U HRVATSKOJ

Tržište UNP-a u Hrvatskoj djeluje u sklopu tržišta naftnih derivata. Iako je riječ o plinu, zbog relativno lake ukapljivosti, moguća je njegova distribucija, na isti način kao i ostalih naftnih derivata. Za razliku od tržišta prirodnim plinom, gdje su transport i distribucija regulirane djelatnosti, tržište UNP-a je otvoreno. Osim za slučaj mješanog ukapljenog plina, distribucija se ne vrši plinovodom, pa nije nužno razdvajanje djelatnosti prodaje i distribucije plina.



Slika 4-1. Struktura opskrbe UNP-om u RH (1000 tona) (Podaci o potrošnji preuzeti iz statističkog izvješća „Energetska statistika 2013.“)



Slika 4-2. Dostupne količine UNP-a na tržištu RH (EIHP 2013)

#### 4.1. Distribucija UNP-a u RH

Na tržištu RH, UNP se distribuira kroz više kanala prodaje. Prodaja manjih količina UNP-a (tzv. plinske boce) vrši se najviše preko benzinskih postaja, gdje se uz naknadu, vrši zamjena praznih plinskih boca. Za veće količine (grijanje kućanstava, industrijska primjena) UNP se prevozi cisternama, do potrošača koji imaju izgrađene spremnike. Na tržištu se UNP prodaje u spremnicima ovisno o namjeni. Za manje potrebe u potrošnji, u kućanstvima, UNP se prodaje u tzv. plinskim bocama, različitih zapremnina (2 kg, 3 kg, 5 kg, 7,5 kg, 10 kg i 35 kg.) Za veću opću potrošnju, UNP se puni u spremnike. Spremnici mogu biti nadzemni i podzemni različitih zapremnina (1750, 2700 i 4850 litara).



Slika 4-3. Mali spremnici za UNP (Gas Oil Rijeka 2015)



Slika 4-4. Izvedba nadzemnih spremnika za UNP. (Đuro Đaković 2015)

Tržište UNP-a u Hrvatskoj djeluje kao otvoreno tržište, u sklopu kojeg djeluje više tržišnih subjekata. Dozvole za obavljanje energetske djelatnosti izdaje HERA, a dozvole se izdaju za sljedeće energetske djelatnosti: proizvodnja naftnih derivata, trgovanje na veliko ukapljenim naftnim plinom, trgovina na veliko i malo ukapljenim naftnim plinom. Dozvolu za obavljanje djelatnosti proizvodnje naftnih derivata, a samim time i UNP-a posjeduje INA -industrija nafte, koja također obavlja djelatnost trgovine na veliko i malo ukapljenim naftnim plinom. Dozvolu za obavljanje djelatnosti trgovine na veliko ukapljenim naftnim plinom, posjeduje 10 poslovnih subjekata.

Tablica 4-1. Dozvole za obavljanje djelatnosti trgovine na veliko ukapljenim naftnim plinom (HERA 2015)

Trgovina na veliko ukapljenim naftnim plinom							
Red. broj	Naziv, sjedište i adresa pravne osobe	Matični broj	Registarski broj dozvole	Datum izdavanja / produženja dozvole	Razdoblje za koje se izdaje / produžuje predmetna dozvola	Datum izdavanja rješenja o oduzimanju dozvole	Datum izdavanja rješenja po čl. 18. st. 2. Zakona o energiji
1.	BUTAN PLIN d.o.o. za trgovinu nafte i naftnim derivatima na veliko i na malo Ulica rijeke Dragonje 23 52466 Novigrad	040173797	040173797-0392/08-I/13	31.07.2013.	7 godina		
2.	PETROL PLIN d.o.o. za skladištenje, punjenje i trgovinu plinom Put Bioca 15 22000 Šibenik	060114373	060114373-0479/09-I/14	01.09.2014.	7 godina		
3.	ZAGREBAČKI PROMETNI ZAVOD d.o.o. Ljubljanska avenija 1 10000 Zagreb	080513984	080513984-0482/09-I/12	26.09.2012.	5 godina		
4.	CRODUX PLIN d.o.o. za trgovinu i usluge Kaptol 19 10000 Zagreb	080525050	080525050-0489/09-I/12	06.10.2012.	5 godina		
5.	ISTRABENZ PLINI proizvodnja i distribucija	040055842	040055842-0677/13	18.10.2013.	3 godine		

	industrijskih plinova d.o.o. Senjska cesta bb 51222 Bakar						
6.	PROENERGY d.o.o. za proizvodnju električne energije J. Marohnića 1 10000 Zagreb	080730681	080730681- 0695/14	02.05.2014.	3 godine		
7.	GAS OIL RIJEKA d.o.o. za prodaju naftnih derivata Spinčići 38 51215 Kastav	040290145	040290145- 0701/14	16.06.2014.	3 godine		
8.	PROPAN-BUTAN d.o.o. za usluge Put sv. Jurja 74 21217 Kaštel Novi	060279630	060279630- 0714/14	10.11.2014.	3 godine		
9.	EURO GAS d.o.o. za usluge i trgovinu Alojzija Stepinca 36 35400 Nova Gradiška	030149610	030149610- 0719/15	13.02.2015.	3 godine		
10.	APIOS d.o.o. za trgovinu naftnim derivatima i plinovima Vinogradska 20 10312 Kloštar Ivanić	080698261	080698261- 0726/15	06.05.2015.	3 godine		

Na teritoriju Republike Hrvatske djeluje 15 distributivnih centara za UNP (HSUP 2014):

- INA: Zagreb, Rijeka, Slavonski Brod, Kaštel Sućurac
- Crodux plin: Sv. Križ Začretje, Rijeka, Posedarje, Antunovac
- Petrol Jadran plin: Ernestinovo, Križevci, Unešić, Rijeka, Ozalj
- Butan plin: Novigrad, Zaprešić

#### 4.2. Formiranje cijene UNP-a

Cijena UNP-a formira se temeljem iste osnove kao kod ostalih naftnih derivata. Osnovica za obračun je kretanje cijena nafte na mediteranskom tržištu. O trgovačkoj marži, iznosu trošarina, te porezu ovisi konačna cijena UNP-a. Formiranje cijene je, od kraja 2014. godine, slobodno, ukidanjem odredbe o tjednom formiranju cijena naftnih derivata. Na formiranje konačne cijene utječe trošarina, koja je za UNP znatno niža nego li za pogonske energente, ali viša u odnosu na prirodni plin i električnu energiju za poslovnu upotrebu. (tablica 4-2). Trošarine za gorivo određuju se iz „Zakona o trošarinama“.

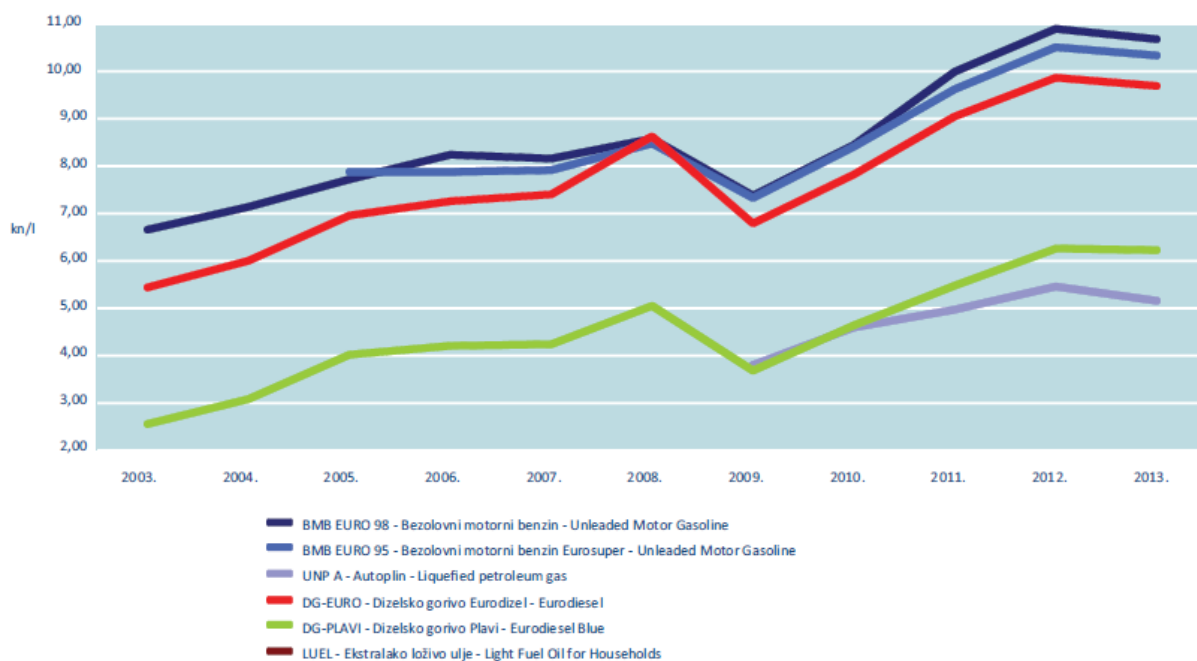
Tablica 4-2. Visina trošarine za pojedine energente (Markota 2015)

1.	Motorne benzine koji se koriste kao pogonska goriva		
	1.1	Olovni benzin	3.801,00 kn/1000 l
	1.2	Bezolovni benzin	3.151,00 kn/1000 l
2.	Plinsko ulje		
	2.1	za pogon	2.450,50 kn/1000 l
	2.2	za grijanje	343,00 kn/1000 l
3.	Kerozin-petrolej		
	3.1	za pogon	2.450,50 kn/1000 l
	3.2	za grijanje	1.752,00 kn/1000 l
4.	UNP		
	4.1	za pogon	100,00 kn/1000 kg
	4.2	za grijanje	100,00 kn/1000 kg
5.	Teško loživo ulje		160,00 kn/1000 kg

6.	Prirodni plin		
	6.1	Za pogon	0,00 kn/MWh
	6.2	za grijanje za poslovnu upotrebu	4,05 kn/MWh
	6.3	Za grijanje za neposlovnu upotrebu	8,10 kn/MWh
7.	Ugljen i koks		
	7.1	Za poslovnu upotrebu	2,30 kn/GJ
	7.2	Za neposlovnu upotrebu	2,30 kn/GJ
8	Električna energija		
	7.1	Za poslovnu upotrebu	3,75 kn/MWh
	7.2	Za neposlovnu upotrebu	7,50 kn/MWh

#### 4.2.1. Cijena UNP-a za pogon vozila

Kretanje cijena goriva za prometni sektor u Republici Hrvatskoj ovisi o cijeni nafte na mediteranskom tržištu, ali i o trošarinama koje su uključene u cijenu goriva. Na slici 4-5. vidljivo je kretanje cijena naftnih derivata u Republici Hrvatskoj, u periodu od 2003. do 2013. godine.



Slika 4-5. Kretanje maloprodajnih cijena derivata nafte u razdoblju od 2003. do 2013. godine. (EIHP 2013)

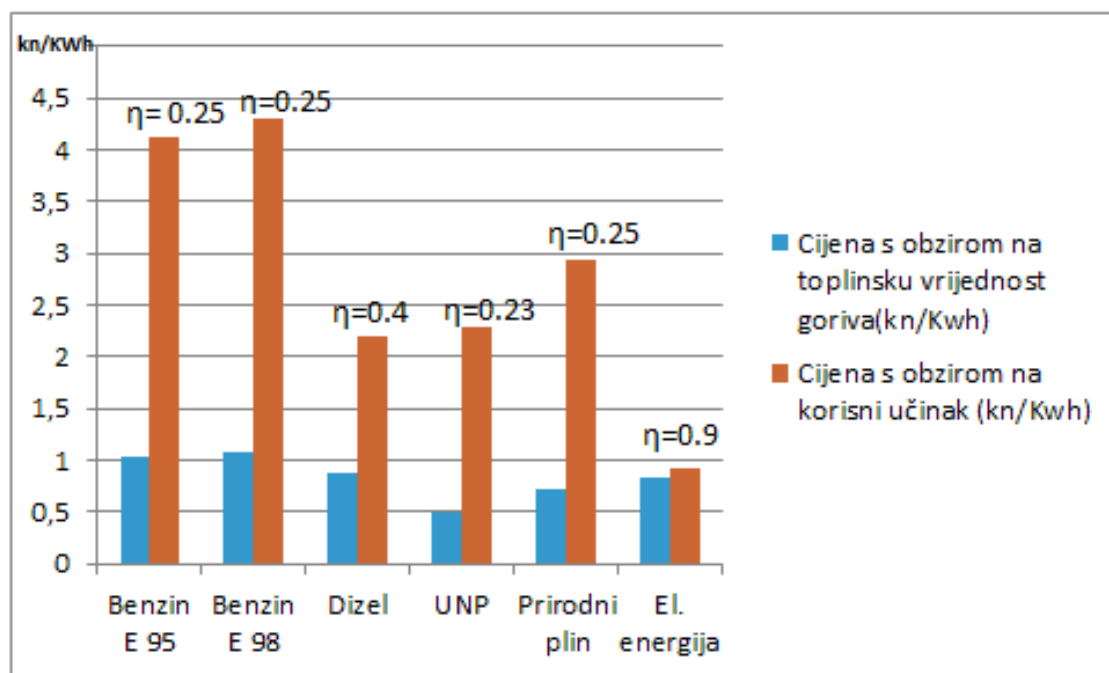
Cijene pogonskih goriva za prometni sektor znatno su više od cijena za kućanstva. Razlog tome su i više trošarine na goriva (tablica 4-2.). Cijena litre UNP-a znatno je niža od cijene ostalih naftnih derivata. Niža cijena proizlazi iz niže osnovne cijene UNP-a, ali i znatno nižih trošarina. Između različitih goriva postoji i razlika u gustoći, stoga se za usporedbu cijena, te vrijednosti moraju izjednačiti. U tablici 4-3. iskazane su cijene, za 2015. godinu, po litri i po kilogramu goriva.



Tablica 4-3. Srednje cijene naftnih derivata na dan 17.8. 2015.(Cijene goriva 2015)

Gorivo	Cijena (kn/l)	Cijena(kn/kg)
Benzin eurosuper 95	9,63	12,88
Benzin eurosuper 98	9,97	13,34
Eurodiesel	9,69	11,63
UNP	3,48	6,4
Stlačeni prirodni plin	-	9,88

Različita goriva razlikuju se i po toplinskoj vrijednosti, ali i po iskoristivosti kod potrošnje, te se tako mogu i vrijednovati. Na slici 4-6. iskazane su cijene goriva po KWh s obzirom na toplinsku vrijednost, ali i prosječnu iskoristivost vozila.



Slika 4-6. Cijene goriva za cestovni promet 2015 godine. (Podaci o toplinskoj vrijednosti preuzeti iz knjige „Energija u Hrvatskoj 2013“)

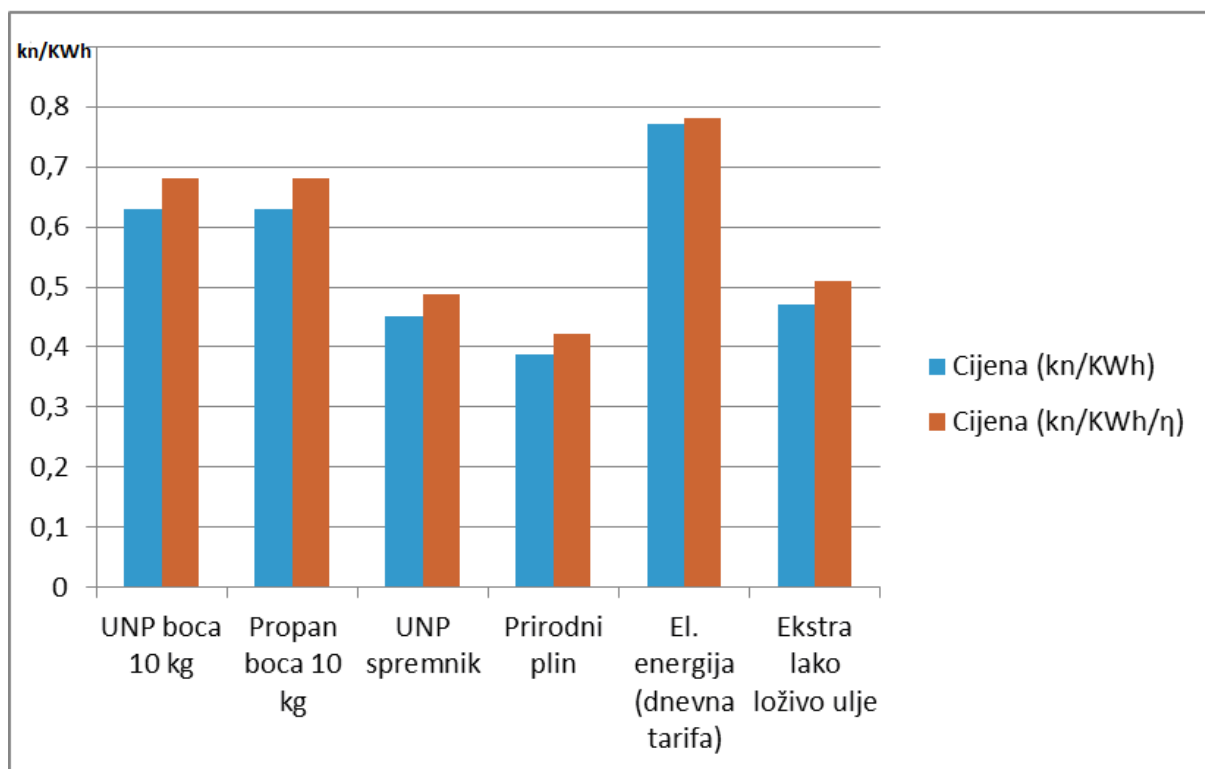
#### 4.2.2. Cijena UNP-a za grijanje

Cijene energenata korištenih u kućanstvu opterećene su trošarinama i porezom. Pritom su trošarine, obračunate na različite energente, daleko niže za grijanje, nego li za poslovnu upotrebu. Trošarina za prirodni plin ne obračunava se za povlaštene potrošače, u koje spadaju kućanstva. U tablici 4-4. vidljive su trošarine na energente izražene u MWh. Trošarine za neposlovnu upotrebu prirodnog plina i električne energije, iznosom su slične trošarinama koje se obračunavaju na UNP.

Tablica 4-4. Preračunate cijene trošarina za energente

Gorivo	Trošarina (kn/MWh)
UNP	7,63
Loživo ulje, lako	34,62
Loživo ulje teško	14,23
Prirodni plin za neposlovnu upotrebu	8,10
El. energija za neposlovnu upotrebu	7,50

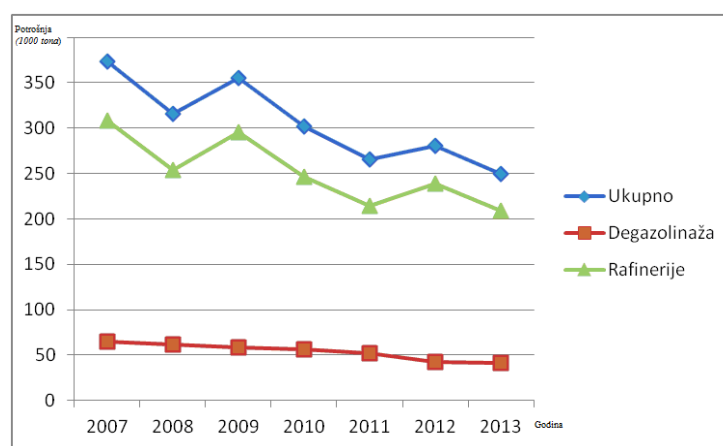
Na slici 4-7. vidljivi su odnosi cijena energenata za potrebe grijanja. S obzirom da cijena UNP ovisi o zapremnini spremnika, izvedene su cijene za različite spremnike. Cijene se također razlikuju ovisno o čistoći UNP-a. Tehnički propan, nešto je skuplji od UNP-a Iako je jedinična cijena čistog propana nešto veća od cijene UNP-a, cijena izražena u KWh je ista. Razlog tome je i nešto veća toplinska vrijednost propana u odnosu na UNP.



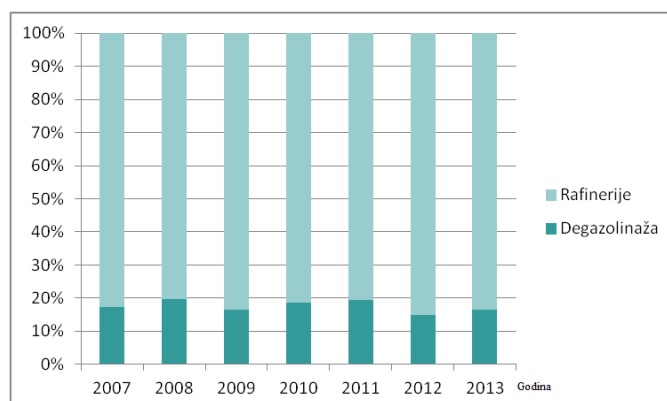
Slika 4-7. Cijene goriva za grijanje kućanstava. (Podaci o toplinskoj vrijednosti preuzeti iz knjige „Energija u Hrvatskoj 2013“)

## 5.PROIZVODNJA UKAPLJENOG NAFTNOG PLINA U RH

Osnovne sirovine za proizvodnju UNP-a su prirodni plin i sirova nafta. U 2013. godini, u RH, proizvedeno je 250 tisuća tona UNP-a. Preradom prirodnog plina, tj izdvajanjem viših ugljikovodika iz struje plina, proizvedena je 41 tisuća tona UNP-a. Rafinerijskom preradom nafte, u rafinerijama Rijeka i Sisak, proizvedeno je ostalih 209 tisuća tona UNP-a. Na slici 5.1., vidljiv je trend pada proizvodnje UNP-a u RH. Glavni razlog pada proizvodnje leži u činjenici da je količina proizvedenog UNP-a ovisna o prerađenim količinama nafte i plina. Proizvodnja prirodnog plina ravnomjernija je nego li prerada nafte, pa je stoga i proizvodnja UNP-a iz obrade plina ravnomjernija.



Slika 5-1. Graf proizvodnje UNP-a u Hrvatskoj (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“)



Slika 5-2. Udio proizvodnje UNP-a prema načinu proizvodnje u Hrvatskoj) (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“)

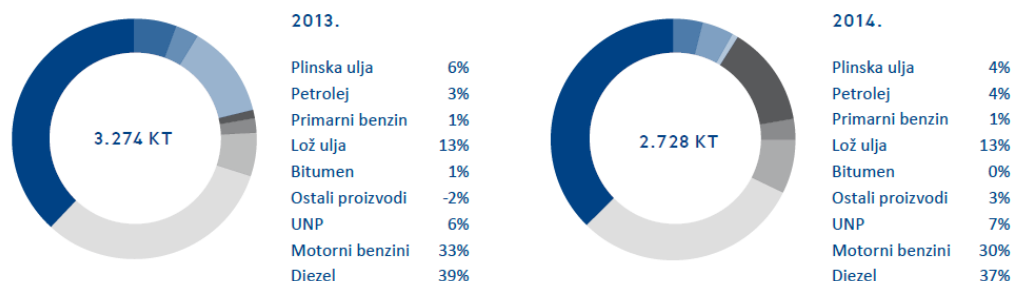
## 5.1. Rafinerijska proizvodnja

U Hrvatskoj su u pogonu dvije rafinerije, u Sisku i u Rijeci. Ukupna proizvodnja rafinerijskih proizvoda u 2013. godini iznosila je 3357 tisuća tona, od čega 209 tisuća tona (6.22%) otpada na UNP. Smanjenjem potrošnje rafinerijskog plina, te njegovom obradom, može se povećati proizvodnost UNP-a. Smanjenje potrošnje može se ostvariti potrošnjom prirodnog plina kao jeftinijeg energenta, što je i za slučaj rafinerije Rijeka i učinjeno u sklopu prvog ciklusa modernizacije rafinerije. O završetku drugog ciklusa modernizacije rafinerije Rijeka ovisit će i promjena proizvodnje svih rafinerijskih proizvoda, pa tako i UNP-a.

Tablica 5-1. Proizvodnja UNP-a i udio u ukupnoj proizvodnji rafinerija. (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Proizvodnja UNP:	291.000	266.000	308.000	254.000	296.000	246.000	214.000	239.000	209.000
Ukupno prerađeno nafte	5177.000	4861.000	5323.000	4538.000	4868.000	4260.000	3613.000	3727.000	3389.000
Udio UNP-a u ukupnoj preradi	5.62%	5.4%	5.7%	5.6%	6.1%	5.7%	5.9%	6.4%	6.1%

### RAFINERIJSKA PROIZVODNJA



Slika 5-3. Proizvodnja rafinerijskih proizvoda 2013. i 2014. godine (INA 2014)

## 5.2. Etansko postrojenje Ivanić

16.4 % UNP-a u Hrvatskoj 2013. godine proizvedeno je degazolinažom. Degazolinaža je postupak razdvajanja težih ugljikovodika dobivenih obradom prirodnog plina. Prirodni plin se obrađuje na centralnoj plinskoj stanici Molve. Sastav plinskog kondenzata ovisi o sastavu plina iz bušotina povezanih s plinskom stanicom. Na plinskim poljima Molve, Kalinovac, Stari Gradac i Gola duboka, proizvodi se fluid različitog sastava (tablica 4-2). Uz metan, prisutni su i viši ugljikovodici, sumporni spojevi, ugljični dioksid, dušik, i živa. Ovi se spojevi izdvajaju iz struje prirodnog plina, zbog zahtjeva o njegovoj kvaliteti.

Tablica 4-2. Sastav proizvodnog fluida Pogona Molve (Potroško 2011)

Polje	Molve	Kalinovac	Stari Gradac	Gola duboka
Metan (%)	69,22	69,97	66,50	41,04
Etan (%)	3,26	6,76	7,19	1,76
Propan (%)	1,02	2,35	2,83	0,68
I-butan (%)	0,2	0,63	0,92	0,7
N-butan (%)	0,23	0,75	1,21	0,18
I-pentan (%)	0,09	0,39	0,67	0,05
N-pentan (%)	0,06	0,34	0,63	0,08
Heksan + (%)	0,53	5,26	9,09	0,02
Dušik (%)	1,64	1,37	0,94	2,38
Ugljični dioksid (%)	23,75	12,17	9,02	53,64

Viši ugljikovodici, odvojeni na centralnoj plinskoj stanici, odvođe se produktovodom do postrojenja za degazolinažu u Ivanić gradu. Osnovna namjena postrojenja Objekti frakcionacije Ivanić Grad je obrada ulaznog prirodnog plina do razine pogodnosti za distributivni transport, izdvajanje etana i njegova otprema plinovodom na preradu u postrojenje Etilen u Zagrebu, izdvajanje ukapljenih naftnih plinova: propana, izomera butana, izomera pentana te proizvodnja prirodnog benzina, iz ulazne smjese plinova i C<sub>2+</sub> frakcije. Od rujna 2011. godine etan se više ne otprema do postrojenja etilen u Zagrebu. Postrojenje je u proizvodnji od 1980. godine, a projektni ulazni kapacitet iznosi 3 milijuna m<sup>3</sup>/dan. (EcoINA 2013)

Tablica 5-3. Godišnje količine proizvoda i poluproizvoda proizvedenih u Pogonu Etan (EcoINA 2013)

Postrojenje	Proizvod	Proizvodnja (tona/godišnje)
Etansko postrojenje	Metan	105.600
	Etan	49.300
	Propan	20.980
	Pročišćeni propan	3.645
	Butan	250
	Pročišćeni butan	1.147
Postrojenje dorade	Izo-butan	5.435
	N-butan	9.899
	Izo-pentan	4.677
	N-pentan	515
	Prirodni benzin	26.015

## 6. POTROŠNJA UNP-A U REPUBLICI HRVATSKOJ

Prema podacima državnog zavoda za statistiku (DZS), potrošnja UNP-a u Republici Hrvatskoj za 2013. godinu iznosila je 144 tisuća tona. U odnosu na 2012. potrošnja je ostala na istoj razini, ali je struktura potrošnje nešto promjenjena. Ukupnu potrošnju čine:

- POTROŠNJA INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA
- POTROŠNJA U PROMETU
- OPĆA POTROŠNJA

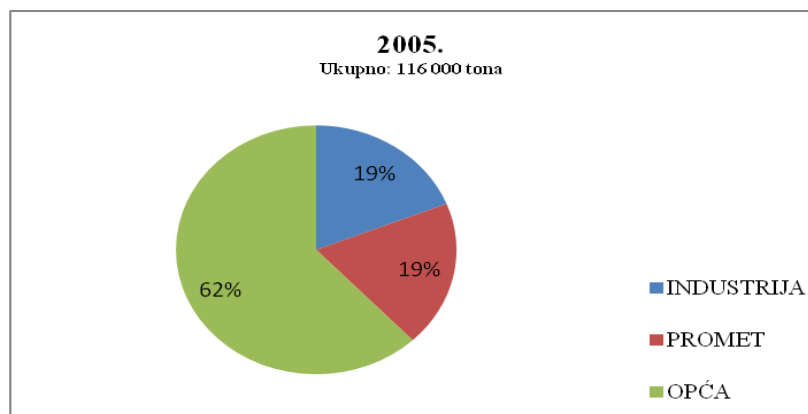
Tablica 6-1. Potrošnja UNP-a po sektorima u razdoblju od 2005. do 2013. godine (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“ ).

Godina \ Potrošnja	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
INDUSTRIJA	22	29	29	30	19	16	16	17	19
PROMET	22	37	51	69	70	59	56	55	56
OPĆA	72	76	74	87	93	88	78	72	69
UKUPNO:	116	142	154	186	182	163	150	144	144

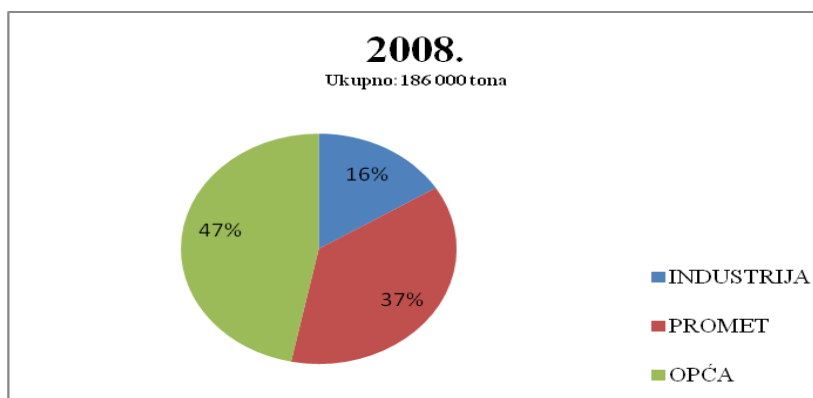
\*1000 tona

Najveći udio u potrošnji UNP-a ima opći sektor, unutar kojeg najveću potrošnju ostvaruju domaćinstva. Zatim slijede prometni te industrijski sektor. Iako je povećana potrošnja UNP-a, u razdoblju od 2005. do 2013. godine, došlo je do promjene u samoj strukturi potrošnje .

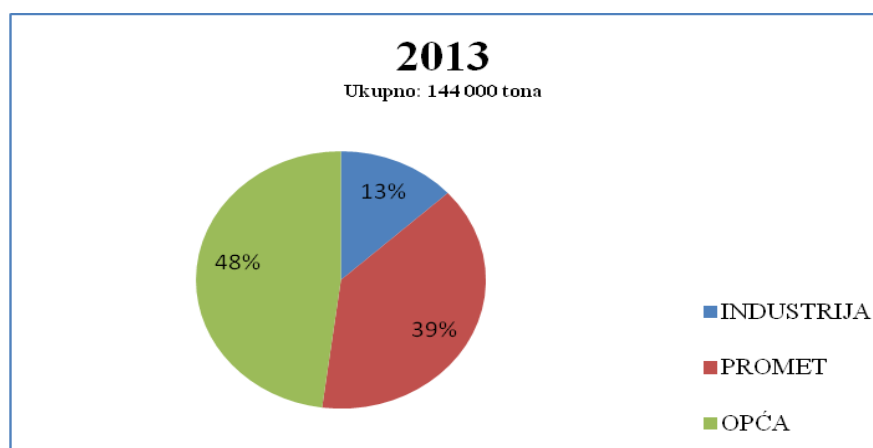




Slika 6-1. Potrošnja UNP-a po sektorima 2005. (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“)



Slika 6-2. Potrošnja UNP-a po sektorima 2008. (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“)

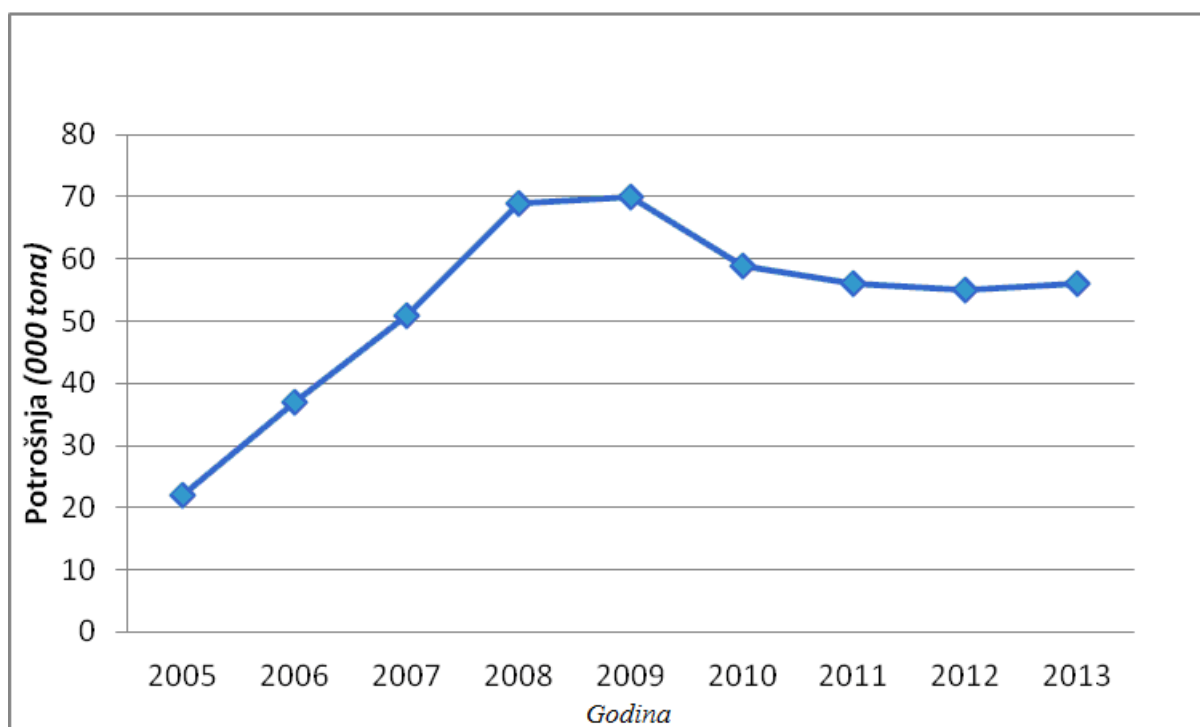


Slika 6-3. Potrošnja UNP-a po sektorima 2013. (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“)

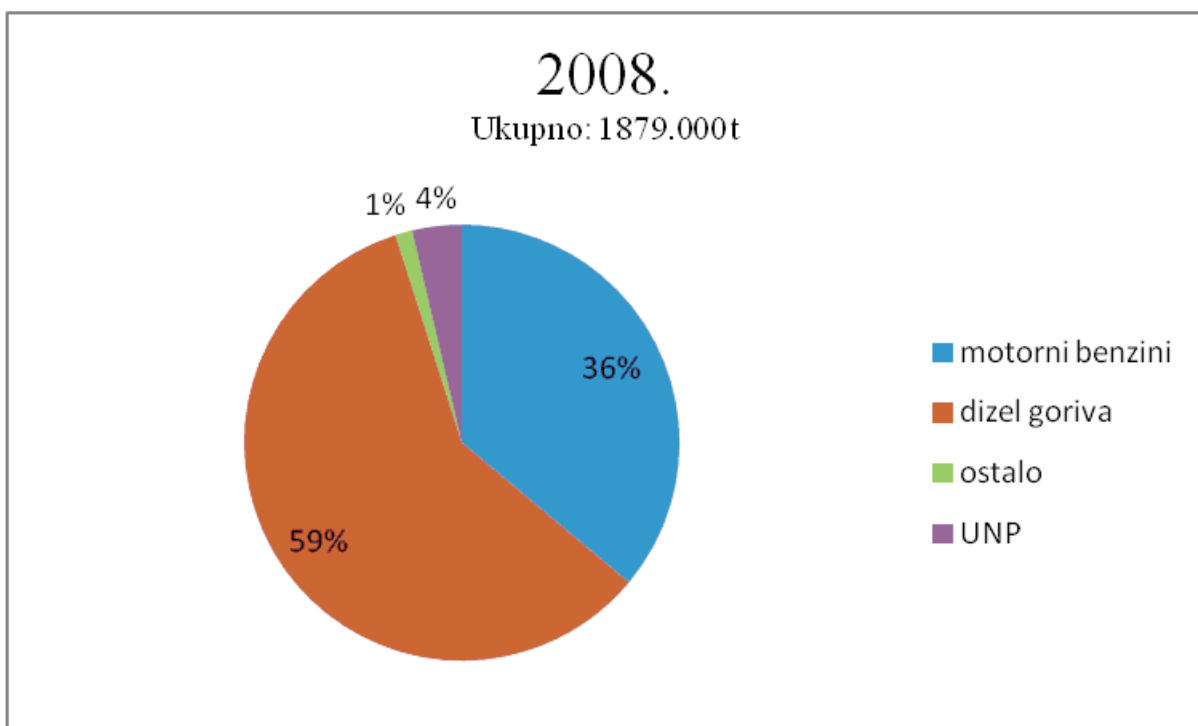
Gospodarska kriza 2009. rezultirala je padom ukupne potrošnje energenata pa tako i UNP-a. Unatoč tome, iz podataka o potrošnji vidljiv je oporavak, tj. povećanje potrošnje UNP-a u sektorima prometa i industrije. Na pad opće potrošnje utjecali su neki drugi čimbenici, koji će biti objašnjeni u poglavlju 6.3.

#### 6.1. Potrošnja u prometu

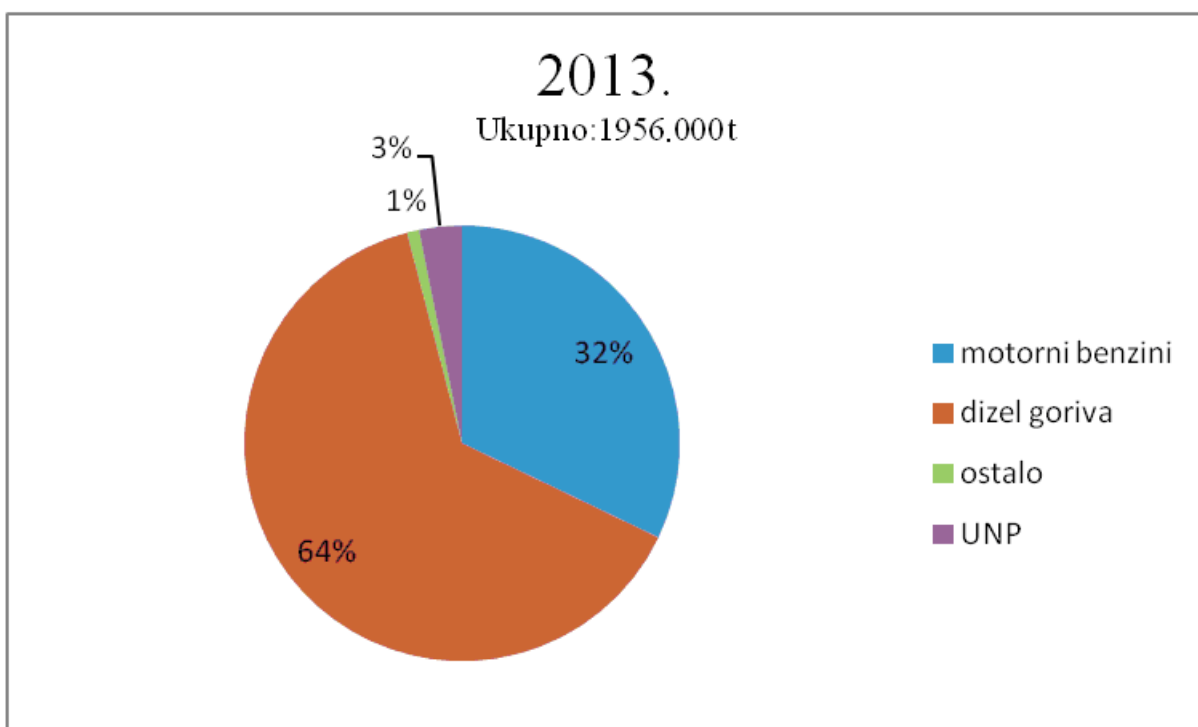
Potrošnja UNP-a u prometu vezana je isključivo za cestovni promet, točnije segment potrošnje osobnih automobila. Potrošnja UNP-a, u ukupnoj potrošnji cestovnog prometa, u 2013. godini, sudjeluje s 3% (slika 6-6.). Ukupna potrošnja UNP-a u prometu povećana je za 39% u odnosu na 2005., te u 2013. godini iznosi 56 tisuća tona. Promjena potrošnje u narednim godinama ovisit će ponajviše o cijeni goriva za cestovni promet, te o dostupnosti (odnosu ponude i potražnje) UNP-a.



Slika 6-4. Potrošnja UNP-a u cestovnom prometu. (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“ )



Slika 6-5. Udio UNP-a u ukupnoj potrošnji cestovnog prometa 2008. (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2009.“)



Slika 6-6. Udio UNP-a u ukupnoj potrošnji cestovnog prometa 2013. godine. (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2013.“)

## 6.2. Opća potrošnja

Prema podacima državnog zavoda za statistiku, najveću potrošnju u općem sektoru čini sektor kućanstva. Potrošnja UNP-a u tom sektoru u padu je od 2009. godine. Izgradnja transportnog sustava prirodnog plina za Dalmaciju, podudarila se s gospodarskom krizom, te je izostao veći prelazak kućanstava sa UNP-a, na prirodni plin. Daljnjom izgradnjom distributivne mreže prirodnog plina, predviđa se smanjenje potrošnje UNP-a u segmentu kućanstava. UNP će svoju ulogu u grijanju kućanstava i dalje imati na mjestima gdje distributivnu mrežu nije moguće tehnički ili ekonomski isplativo izgraditi, primjerice na otocima, brdsko planinskim, te slabije naseljenim područjima.

Tablica 6-2. Potrošnja UNP-a u općoj potrošnji. (kilotona) (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“ )

Godina Potrošnja	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Kućanstva	61	64	62	74	78	72	63	57	54
Usluge	8	9	9	10	12	13	12	12	12
Poljoprivreda	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ukupno	72	76	74	87	93	88	78	72	69

### 6.3. Industrijska potrošnja

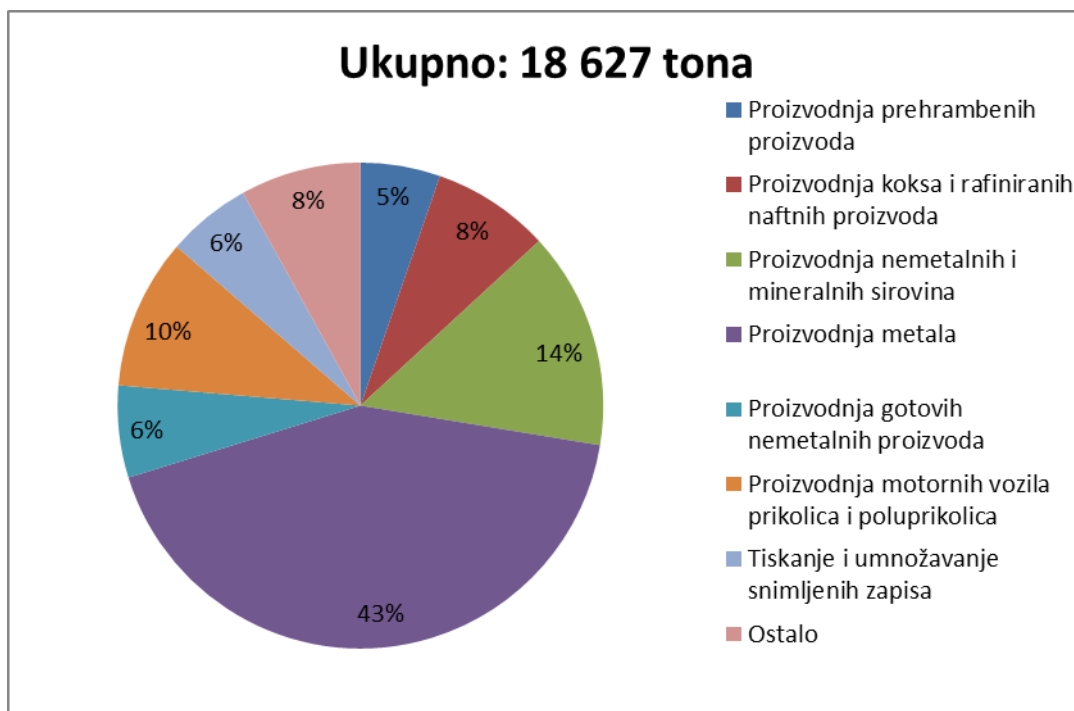
Prema podacima DZS-a industrijska potrošnja čini 13% ukupne potrošnje UNP-a. U 2013. došlo je do povećanja potrošnje UNP-a, ali je udio u ukupnoj potrošnji smanjen u odnosu na 2005. godinu. Uz gospodarsku krizu, veliki faktor smanjene potrošnje UNP-a je i daljnja plinifikacija Hrvatske, tj dostupnost prirodnog plina industrijskim potrošačima. Na slici 6-7. Prikazana je potrošnja UNP-a, u 2013. godini, prema „nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti” (NKD) iz 2007.

Tablica 6-3. Potrošnja UNP-a. u industrijskom sektoru (kilotona) (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2005 – 2013.“ )

Godina Potrošnja	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Željeza i čelika	4	4	4	5	0	0	0	1	3
obojenih metala	2	0	3	3	3	3	4	5	5
građevinskog metala i nemetala	9	15	14	14	8	6	5	5	5
kemijska	1	0	n	n	n	n	n	0	0
papira	2	1	2	2	2	3	1	1	1
prehrambena	4	3	1	2	3	1	2	1	1
ostala	n	6	5	4	3	3	4	4	4
<b>ukupno:</b>	<b>22</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>19</b>

0- potrošnja manja od 0.5

n- potrošnja jednaka 0



Slika 6-7. Finalna potrošnja UNP-a u industriji po područjima i odjelcima NKD-a 2007. godine u Republici Hrvatskoj za 2013. godinu. (Podaci preuzeti iz literature „Energetska statistika 2013.“).

## **7. KARAKTERISTIKE TRŽIŠTA UNP-A U RH**

U budućnosti se očekuju promjene na tržištu UNP-a, u Hrvatskoj. Moguća modernizacija ili gašenje rafinerijske proizvodnje, gradnja UNP terminala u Pločama, neki su od čimbenika koji mogu utjecati na promjenu ponude na tržištu. Izgradnja transportnog i distributivnog sustava prirodnog plina, utjecati će na potražnju za UNP-om. U tablici 7-1. dani su čimbenici koji mogu utjecati na ponudu i potražnju za UNP-om u Hrvatskoj.

Tablica 7-1. Čimbenici koji mogu utjecati na rast(+) ili pad (-) ponude i potražnje.

PONUDA		POTRAŽNJA	
Gašenje rafinerije Sisak	-	Nastavak izgradnje distributivne mreže za prirodni plin	-
Smanjenje izvoza UNP-a	+	Povećanje cijena benzina i dizel goriva	+
Izgradnja UNP terminala Ploče	+	Poticanje potrošnje UNP-a u cestovnom prometu	+
Modernizacija rafinerija	+	Poticanje potrošnje UNP-a na otocima	+

## 7.1. Terminal za UNP Ploče

Luka Ploče je luka južnog Jadrana i nalazi se na 43° 03' sjeverne geografske širine i 17° 26' istočne geografske dužine. Smještena je u zaljevu, 3 km. sjeverozapadno od ušća rijeke Neretve. Luka Ploče ima vrlo povoljan prirodni i prometni položaj. Smještena je u središnjem dijelu Jadrana između Splita i Dubrovnika. Povezana je cestovnim prometnicama iz tri smjera, od kojih je prometnica sjever-jug najkraća i prometno najpogodnija veza između Baltičkog i Jadranskog mora. Položaj luke Ploče omogućava kvalitetnu pomorsku vezu s talijanskim lukama na drugoj strani Jadrana, lukama na Mediteranu, kao i s lukama cijelog svijeta (Luka Ploče 2015) .



Slika 7-1. Smještaj luke Ploče

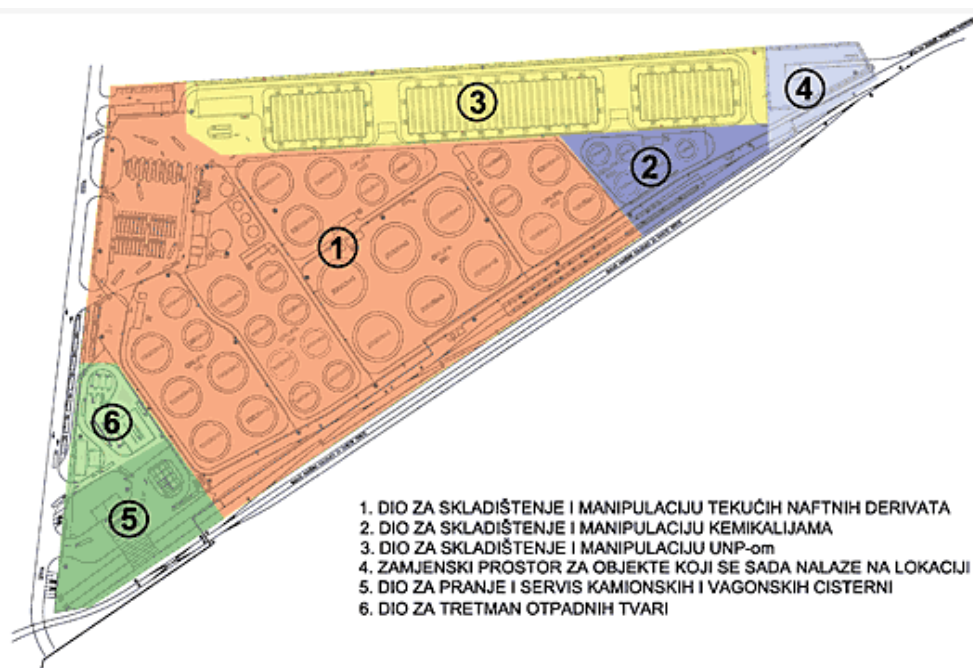
PPD, u suradnji s Vitol grupom zajednički razvija terminal za naftne derivate u Luci Ploče. Ukupna investicija iznosi oko 125 milijuna eura. Pri tome, Vitol grupa, koji ima globalni portfelj od 8,7 milijuna m<sup>3</sup> skladišnih kapaciteta, pružit će stručnu, tehničku i operativnu podršku u razvoju terminala. Budući terminal u Luci Ploče imat će ukupan kapacitet od 273.000 m<sup>3</sup> od čega je 242.000 m<sup>3</sup> predviđeno za skladištenje naftnih derivata i 31.000 m<sup>3</sup> za skladištenje UNP-a. Nakon završetka radova, novi terminal će omogućiti uvoz UNP-a morskim putem te distribuciju naftnih proizvoda na tržišta jugoistočne Europe.



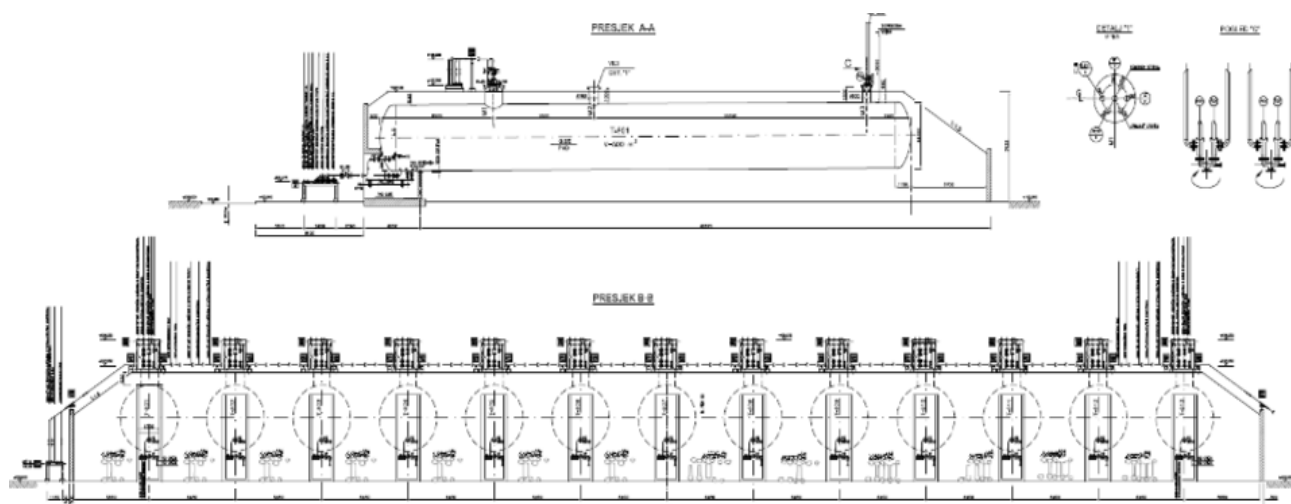
Terminal se trenutno nalazi u fazi izgradnje. Prva faza izgradnje UNP terminala ( $15.500 \text{ m}^3$ ) bit će u operativnoj funkciji sredinom 2017. godine, dok će prva faza izgradnje skladišnog prostora na naftne derivate ( $60.000 \text{ m}^3$ ) biti u operativnoj funkciji do kraja 2016. godine (Prvo plinarsko društvo 2015) .

Osnovne tehničke cijeline UNP terminala čine (Čegar 2010.):

- Rezervoari (32 komada ukunog volumena  $V=35\,180 \text{ m}^3$ )
- Brodski privez (doprema brodom)
- Pretakalište vagonskih cisterni
- Punilište kamionskih cisterni
- Punionica boca sa skladištem punih i praznih boca
- Pumpna-kompresorska stanica
- Elektroenergetski sustav, dojava požara, detekcija plina, videonadzor
- Zaštita od požara



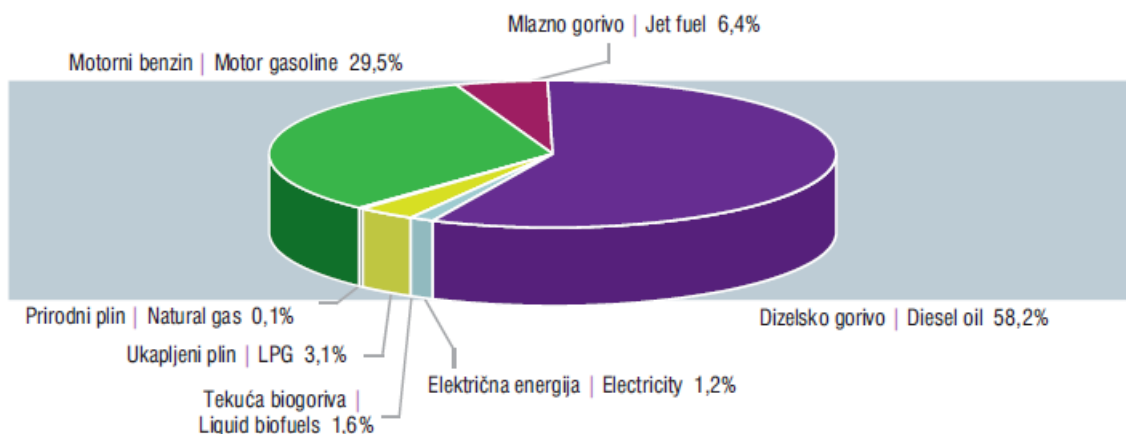
Slika 7-2. Terminal za naftne derivate u Luci Ploče (Top-projekt 2015)



Slika 7-3. Izvedba podzemnih spremnika na dijelu za skladištenje i manipulaciju UNP-om, u luci Ploče (Čegar 2010)

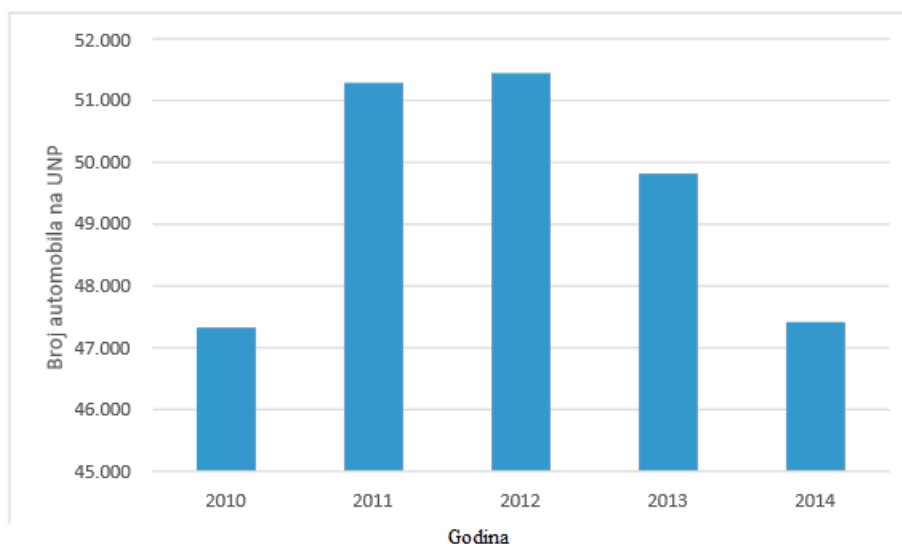
## 7.2. Korištenje UNP-a u prometu

Na potrošnju UNP-a, u ukupnoj potrošnji goriva u prometu, otpada 3,1%. Cestovni promet, u ukupnoj potrošnji sudjeluje sa 93,7%, (EIHP 2013), iz čega i proizlazi sličnost grafa 7-4 i 6-6.



Slika 7-4. Udjeli oblika energije u neposrednoj potrošnji energije u prometu (EIHP 2013)

U razdoblju od 1995. do 2008. godine zabilježeno je gotovo konstantno povećanje broja svih osobnih vozila u RH. s prosječnom godišnjom stopom rasta od 4,9%. Broj registriranih osobnih automobila u 1995. godini iznosio je 817.229, dok je krajem 2008. godine dostigao brojku od 1537.981. U 2009. godini po prvi puta nakon 1995. zabilježen je pad broja registriranih osobnih vozila koji je nastavljen i u 2010. godini, tijekom koje je bilo registrirano ukupno 1517.079 osobnih vozila. U 2013. godini registrirano je ukupno 1463.592 osobnih vozila. Udio vozila s pogonom na UNP porastao je s 2,0% u 1995., na 3,5% u 2013, te se ukupan broj vozila na UNP procjenjuje na oko 49.000. (EIHP 2013).



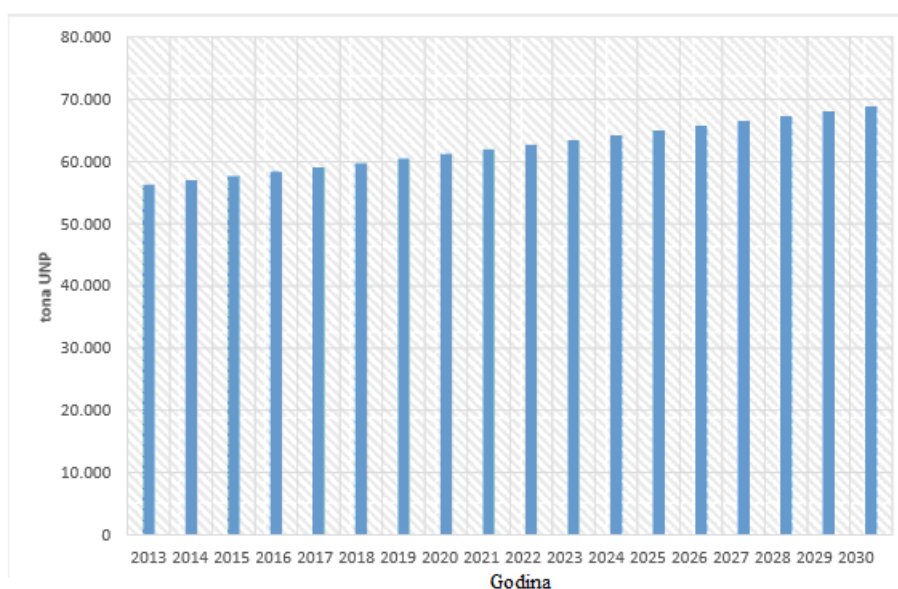
Slika 7-5. Broj automobila na UNP u Republici Hrvatskoj (EIPH 2015)

Ne postojanje sustavnog programa poticanja ugradnje autoplina u vozila utjecalo je na broj vozila pogonjenih UNP-om. Uzimajući u obzir ukupan broj vozila u promatranim periodima (1995., 2010., 2013.) , broj osobnih vozila pogonjenih UNP-om, u 2013. porastao je za 33% u odnosu na 1995. godinu , te 4% u odnosu na 2010. godinu. Broj vozila pogonjenih UNP-om smanjen je u 2014. godini za 5%, u odnosu na 2013. godinu.

Glavni razlog povećane potražnje za autoplinom je njegova cijena. Osim nižih trošarina (Tablica 4-2.), na autoplina se ne obračunava naknada za uporabu javnih cesta što se plaća prilikom registracije motornih i priključni vozila (NN 35/11.), te iznos od 1,20 kn/l benzina za izgradnju i održavanje cestovne mreže u RH. Prilikom registracije osobnog vozila između ostalog plaća se i godišnja naknada za uporabu javnih cesta, a vlasnik osobnog vozila koji ima ugrađen uređaj za pogon motornog vozila na plin plaća još i iznos od 550,00 kn godišnje kao dodatnu naknadu na osnovni iznos plaćene cestarine. (MPPI 2014).

Visoka cijena ugradnje opreme za pogon automobila plinom, glavna je prepreka nastavku povećanja broja osobnih vozila pogonjenih UNP-om. S obzirom da se radi o tlačnoj opremi, nužni su i češći tehnički pregledi, u odnosu na ostale vrste osobnih automobila, što također negativno utječe na potencijalne korisnike.

Prema procjeni napravljenoj za potrebe „Nacionalnog okvira politike za uspostavu infrastrukture za alternativna goriva Republike Hrvatske“, u ukupnoj potrošnji energenata u prometu do 2030. godine UNP će biti zastupljen s 4,4% prema scenariju bez dodatnih poticajnih mjera. U slučaju novih poticajnih mjera Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, natječaja za neposredno sufinanciranje mjera energetske učinkovitosti u prometu, pregradnje postojećih vozila težih kategorija na pogon UNP-om, uključujući komunalni i javni gradski prijevoz, UNP bi bio zastupljen s 8% u prometu do 2030. Godine. (MPPI 2015). Sukladno realnom scenariju očekuje se porast potrošnje UNP-a u 2030. godini za oko 20% u odnosu na 2014. godinu, te se prognozira da će ista iznositi oko 64.936.475 kg. u 2025. godini odnosno, 68.876.000 kg u 2030. godini (EIHP 2015).



Slika 7-6. Prognoza potrošnje UNP-a u prometu. (EIHP 2015)

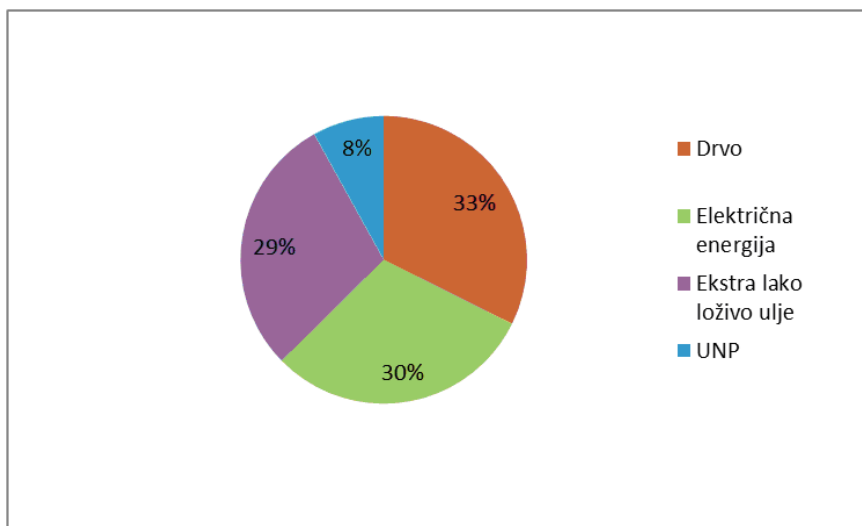
### 7.3. Korištenje UNP-a na otocima

Strategija korištenja ukapljenog naftnog plina na otocima je nastala kao rezultat promišljanja jedinstvenosti prirodnog ekološkog i kulturnog bogatstva jadranskih otoka Republike Hrvatske čije osobitosti treba zaštititi ali i podržati u daljnjem razvitku. Otvaranjem mogućnosti lakšeg zapošljavanja, stvaranjem slobodnih poduzetničkih zona, poticanjem malog i srednjeg poduzetništva, održavanjem i obnovom starih obrta te ulaganjem u obrazovanje i zdravstvo stvaraju se preduvjeti da se otoci prepoznaju kao mjesto poželjno za život. Neophodno je da ovako intenzivne aktivnosti na otocima, prati i adekvatan razvitak energetskog sektora (MINGO 2009). S obzirom na veliki nesrazmjer između broja stanovnika ljeti i zimi, potrebe za energijom također su nesrazmjerne. Potrebno je naći energent koji će moći pratiti takvu potrošnju. Kao poželjni energent na otocima izabran je UNP budući da se on može tretirati kao prethodnica prirodnom plinu, ili kao zamjena za prirodni plin (MINGO 2009).

Osnovna problematika distribucije UNP-a može se sažeti u nekoliko točaka:

- Organizacija redovitog prijevoza UNP-a;
- Organizacija distributivne mreže na samom otoku i nalaženja ekonomskog interesa prodavatelja ili ovlaštenog distributera;
- Zakonski uvjeti i regulatorni uvjeti za distribuciju i osiguranje infrastrukture;
- Cijena UNP-a i njegova konkurentnost u odnosu na druge energente;
- -Profitabilnost opskrbe otoka UNP-om;

86% ukupne potrošnje u otočkim kućanstvima otpada na toplinsku energiju. 14% koristi se za rasvjetu i rad uređaja. Udio potrošnje toplinske energije na otocima prikazan je na slici 7-7. (FZOEU 2009) :



Slika 7-7. Potrošnja UNP-a na otocima 2008. godine. (FZOEU 2009)

Aktivnosti programa poticanja korištenja UNP-a uključuju:

- Subvenciju prijevoza UNP-a na otoke;
- Subvencioniranje dodatnog osposobljavanja, dokvalifikacije i prekvalifikacije stanovnika otoka kako bi se dobili potrebni kadrovi koji mogu obavljati poslove projektiranja, atestiranja, ugradnje i održavanja sustava UNP-a i sustave za korištenje solarne energije;
- Poticanje dodatnog otvaranja malih poduzeća i obrta koji se bave tim djelatnostima;
- Stimuliranje otočnih kućanstava na korištenje UNP-a putem povoljnih zajmova i dodjelom besplatnih malih spremnika, te subvencijom troškova projekta u iznosu od 90%;
- 90% subvencije troškova idejnih projekata instalacije malih spremnika UNP-a za 100 otočkih kućanstava u iznosu 180 000 kuna;
- 60% subvencije troškova izrade projektne dokumentacije termotehničkih instalacija i postavljanja sustava za korištenje UNP-a ili kombiniranog sustava UNP-solar u iznosu od 2000 000 kuna;

## **8. ZAKLJUČAK**

Tržište UNP-a u Republici Hrvatskoj nalazi se na prekretnici. Svijetska gospodarska kriza utjecala je na pad potrošnje svih energenata, pa tako i UNP-a. U periodu od 2009. do 2013. povećana je potrošnja UNP-a. Osim toga u ovom periodu došlo je do promjene strukture potrošnje. Promjena potrošnje vidljiva je u svim sektorima. Pad potrošnje UNP-a u općem i industrijskom sektoru može se pripisati razvitku transportne i distributivne mreže prirodnog plina. Prelaskom kućanstava, kao najvećeg potrošača unutar općeg sektora, na prirodni plin, ali i neke alternativne energente, kao npr. ogrijevno drvo, smanjila se potrošnja UNP-a. Visoka cijena barela nafte u posljednjih 5 godina, odrazila se na cijenu goriva u prometu. Velika razlika u cijeni benzina u usporedbi s UNP-om, odrazila se na povećanu potrošnju UNP-a, u sektoru prometa, većinom u potrošnji osobnih automobila. Daljnje povećanje potrošnje u tom sektoru ovisit će o cijeni benzina, te o mogućim poticajima u sklopu mjera energetske učinkovitosti.

Proizvodnja UNP-a u Hrvatskoj ovisi ponajviše o proizvodnji rafinerija, a njihova proizvodnja ovisi o potražnji za rafinerijskim proizvodima. Planirana modernizacija rafinerija nafte Rijeka i Sisak, utjecat će na povećanje udjela UNP-a u proizvedenim derivatima. Postojeća razina proizvodnje UNP-a rafinerijskom preradom, mogla bi biti ugrožena gašenjem rafinerijske proizvodnje. Pridobivanje UNP-a iz plinskih ležišta bilježi konstantan pad, zbog prirodnog pada proizvodnje. O eventualnim novim nalazištima plina, ovisit će i proizvodnja UNP-a obradom plina.

Osim proizvodnje, na ponudu utječe i uvoz UNP-a. Izgradnjom terminala za UNP u luci Ploče, povećat će se dostupna količina UNP-a na tržištu Hrvatske. Svrha terminala je izvoz UNP-a u susjedne zemlje, što može ugroziti poziciju sadašnjeg najvećeg izvoznika UNP-a, tj. INA-u. Na količinu izvezenog UNP-a, utjecat će i daljnja plinifikacija susjednih zemalja, na koje se on izvozi, ali i moguće gašenje rafinerijske proizvodnje u susjednim zemljama.



## 9. POPIS LITERATURE

Knjige:

1. EIPH., 2013. *Energija u Hrvatskoj: godišnji energetske pregled*. Ministarstvo gospodarstva
2. HSUP., 2014. *Plinsko gospodarstvo Republike Hrvatske*. Zagreb
3. LABUDOVIĆ, B., 2007. *Osnove tehnike ukapljenog naftnog plina*. Zagreb: Energetika marketing
4. MAJETIĆ L., 2012. *Nastavni materijali iz kolegija „ENERGETIKA I”*. Rijeka: Odsjek za politehniku
5. MAJETIĆ, L., 2012. *Nastavni materijali iz kolegija „ENERGETIKA II”*. Rijeka: Odsjek za politehniku
6. MAJETIĆ L., 2011. *Nastavni materijali iz kolegija „TERMODINAMIKA”*. Rijeka: Odsjek za politehniku
7. MARKOTA, LJ. 2015. *Posebni porezi i trošarine*. Zagreb: RRIF
8. Potroško, I., 2011. *Optimizacija potrošnje energije u procesnim i energetske postrojenjima na primjeru pogona Molve*. Doktorski rad. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.
9. PUGAR, J., PETANJEK, M., ELEZOVIĆ, M., 2007. *Energetske statistika u 2006: Statistička izvješća*. Zagreb: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske
10. PUGAR, J., PETANJEK, M., ELEZOVIĆ, M., 2009. *Energetske statistika u 2008: Statistička izvješća*. Zagreb: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske
11. PUGAR, J., PETANJEK, M., ELEZOVIĆ, M., 2011. *Energetske statistika u 2010: Statistička izvješća*. Zagreb: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske
12. PUGAR, J., PETANJEK, M., ELEZOVIĆ, M., 2013. *Energetske statistika u 2012: Statistička izvješća*. Zagreb: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske

13. PUGAR, J., PETANJEK, M., ELEZOVIĆ, M., 2014. *Energetska statistika u 2013: Statistička izvješća*. Zagreb: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske
14. STRELEC, V., 2011. *Plinarski priručnik*. 5. dopunjeno i izmjenjeno izdanje. Zagreb: Energetika marketing
15. STRELEC, V., 2014. *Plinarski priručnik*. 6. dopunjeno i izmjenjeno izdanje. Zagreb: Energetika marketing
16. UDOVIČIĆ, B., 1993. *Energetika*. Zagreb: Školska knjiga

www. izvori

1. Argus media, 2013. *Statistical review of global LP gas: white paper.*

URL:

<https://www.argusmedia.com/Consulting/Projects/~//media/F7D50549E0B749BA863A5B60586E26A7.ashx> (15.6. 2015.)

2. Čegar, P., 2010. *Terminal za skladištenje i pretovar tekućih tereta u luci Ploče: prezentacija projektne dokumentacije za ishodenje građevinske dozvole.* Hrvatska komora inženjera strojarstva, Zagreb.

URL:

<http://www.hkis.hr/Upload/Documents/Sekcije/SekcijaOprema%20pod%20tlakom/4.%20PETAR%20%C4%8CEGAR,%20dipl.ing.stroj.%20Projekt%20Terminala%20za%20skladi%C5%A1tenje%20i%20pretovar%20teku%C4%87ih%20tereta%20u%20Luci%20Plo%C4%8De.pdf> (18.7. 2015.)

3. Đuro Đaković:

URL: <http://www.zavarene-posude.hr/proizvodni.php?cid=2> (13.7. 2015.)

4. ECO-INA., 2013. *Tehničko-tehnološko rješenje postojećeg postrojenja INA d.d, objekti frakcionacije Ivanić Grad.* Zagreb.

URL: [http://www.mzoip.hr/doc/tehnicko-tehnolosko\\_rjesenje\\_39.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/tehnicko-tehnolosko_rjesenje_39.pdf) (15.6. 2015.)

5. EIHP 2015. *Stručne podloge za definiranje nacrtu nacionalnog okvira politike za implementaciju direktive europskog parlamenta i vjeća o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva.* Zagreb. (25.7. 2015.)

URL: [http://www.mppi.hr/UserDocsImages/Prilog%201%20%20NOP%20ver30-05-2015%2014-7\\_15.pdf](http://www.mppi.hr/UserDocsImages/Prilog%201%20%20NOP%20ver30-05-2015%2014-7_15.pdf) (23.7. 2015.)

6. European Commission, 2014. *EU energy in figures: statistical pocketbook .*

URL: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014\\_pocketbook.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_pocketbook.pdf) (13.7. 2015.)

7. FZOEU 2009.- Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

URL:

[http://www.enu.fzoeu.hr/assets/files/post/741/list/08\\_D%20%C5%A0tambuk\\_Strategija%20kori%C5%A1tenja%20UNP%20na%20otocima.pdf](http://www.enu.fzoeu.hr/assets/files/post/741/list/08_D%20%C5%A0tambuk_Strategija%20kori%C5%A1tenja%20UNP%20na%20otocima.pdf) (23.7. 2015.)

8. GAS OIL RIJEKA.

URL: <http://www.gas-oil.hr/cd/20/unp-plinske-boce-proizvodi-i-usluge> (13.06. 2015.)

9. HERA 2014. *Dozvole za obavljanje energetskih djelatnosti na tržištu naftnih derivata Republike Hrvatske.*

URL: <http://www.hera.hr/hr/html/dozvole.html> (15.5. 2015.)

10. INA 2014. *Godišnje izvješće 2014: Financijski društveni i okolišni aspekti poslovanja:*

URL:

[http://www.ina.hr/UserDocsImages/investitori/INA\\_integrirano\\_godi%C5%A1nje%20izvjesce\\_2014.pdf](http://www.ina.hr/UserDocsImages/investitori/INA_integrirano_godi%C5%A1nje%20izvjesce_2014.pdf) (30.7. 2015.)

11. Jeuland, N., Montagne, X., 2004. EETP: European emission test programme: Final report. Institut Francais du Petrole.

URL:

<http://www.aegpl.eu/media/81357/eetp%20english%20version%20official%20report%2018%2002%202004.pdf> (3.7. 2015.)

12. Luka Ploče:

URL: <http://www.luka-ploce.hr/hr/polozej.php> (23.7. 2015.)

13. Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva., 2007. *Strategija korištenja UNP-a na otocima.* Zagreb.

URL: [https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//Sjednice/Arhiva//274\\_4.pdf](https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//Sjednice/Arhiva//274_4.pdf) (1.6. 2015.)

14. Ministarstvo pomorstva prometa i infrastrukture

URL: <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=21836> (2.6. 2015.)

15 Ministarstvo pomorstva prometa i infrastrukture, 2014. *Informacija Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture o obavezi izdvajanja dijela sredstava ostvarenih prilikom registracije vozila.*

URL: <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=9683> (29. 7. 2015)

16. Prvo plinarsko društvo:

URL: <http://www.ppd.hr/hr/korporativne-stranice/novosti/ppd-pokrece-investiciju-u-luci-ploce> (1.8. 2015.)

17. Top projekt:

URL: [http://www.top-projekt.hr/luka-ploce\\_foto03.htm](http://www.top-projekt.hr/luka-ploce_foto03.htm) (17.7. 2015.)

18. WLPGA, 2015. *LPG and the global energy transition: Final report.*

URL: <http://www.wlpga.org/uploads/Modules/Publications/lpg-and-energy-transition.pdf> (13.7. 2015.)

Prilog 1. Toplinske vrijednosti goriva (EIHP 2014)

Jedinica   Unit			kcal	MJ	kgce	kgce
Kameni ugljen	Hard Coal	kg	5 800-7 000	24,28-29,31	0,580-0,700	0,829-1,000
Kameni ug, za koksiranje	Coking Coal	kg	7 000	29,31	0,700	1,000
Mrki ugljen	Brown Coal	kg	4 000-4 600	16,75-19,26	0,400-0,460	0,571-0,657
Lignit	Lignite	kg	2 300-3 000	9,63-12,56	0,230-0,300	0,329-0,429
Koks	Coke Oven Coke	kg	6 300-7 000	26,38-29,31	0,630-0,700	0,900-1,000
Ogrjevno drvo	Fuel Wood	dm³	2 150	9,00	0,215	0,307
Biodizel	Biodiesel	kg	8 837	36,90	0,884	1,262
Bioetanol	Bioethanol	kg	6 370	26,67	0,637	0,910
Deponijski plin	Landfill Gas	m³	4 060	17,00	0,406	0,580
Bioplin	Biogas	m³	4299-4777	18-20	0,430-0,478	0,614-0,682
Prirodni plin	Natural Gas	m³	8 120-8 570	34-35,88	0,812-0,857	1,160-1,224
Sirova nafta	Crude Oil	kg	10 127	42,40	1,013	1,447
Ukapljeni plin	Liquefied Petroleum Gases	kg	11 200	46,89	1,120	1,600
Motorni benzin	Motor Gasoline	kg	10 650	44,59	1,065	1,521
Primarni benzin	Naphtha	kg	10 650	44,59	1,065	1,521
Petrolej	Kerosene	kg	10 500	43,96	1,050	1,500
Mlazno gorivo	Jet Fuel	kg	10 500	43,96	1,050	1,500
Ekstralako loživo ulje	Light Heating Oil	kg	10 200	42,71	1,020	1,457
Dizelsko gorivo	Diesel Oil	kg	10 200	42,71	1,020	1,457
Loživo ulje	Fuel Oil	kg	9 600	40,19	0,960	1,371
Naftni koks	Petroleum Coke	kg	7 400	31,0	0,740	1,057
Ostali derivati	Other Products	kg	8 000-9 600	33,49-40,19	0,800-0,960	1,143-1,371
Rafinerijski plin	Refinery Gas	kg	11 600	48,57	1,160	1,657
Etan	Ethane	kg	11 300	47,31	1,130	1,614
Koksní plin	Coke Oven Gas	m³	4 278	17,91	0,428	0,611
Gradski plin	Gas Works Gas	m³	6 630	27,76	0,663	0,947
Visokopećni plin	Blast Furnace Gas	m³	860	3,60	0,086	0,123
Električna energija	Electricity	kWh	860	3,60	0,086	0,123

Prilog 2. Pretvorbeni faktori i prefiksi (EIHP 2014)

	kcal	kJ	kWh	kgoe	kgce
1 kcal =	1	4,1868	$1,163 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$	$1,4286 \times 10^{-4}$
1 kJ =	0,2388	1	$2,7778 \times 10^{-4}$	$2,3885 \times 10^{-5}$	$3,4121 \times 10^{-5}$
1 kWh =	859,845	3600	1	$85,9845 \times 10^{-3}$	0,1228
1 kgen/kgoe =	10000	41868	11,63	1	1,4286
1 kgeu/kgce =	7000	29307,6	8,141	0,7	1

Predmetci   Prefixes		
k	kilo	$10^3$
M	mega	$10^6$
G	giga	$10^9$
T	tera	$10^{12}$
P	peta	$10^{15}$
E	eksa	$10^{18}$

## IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj diplomski rad samostalno izradio na temelju znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.

---